B. 26

Digitized by Google

Digitized by Google

ISAACI
NEWTONI
OPERA OMNIA
OPTICA.

[redacted]

[redacted]

Digitized by Google

ISAACI NEWTONI OPTICES

LIBRI TRES:

ACCEDUNT EJUSDEM

LECTIONES OPTICÆ,

Et Opuſcula omnia ad lucem & Colores pertinentia

Sumpta ex Tranſactionibus Philoſophicis.

Bibl. Coll. Florent. S. J.

PATAVII, Typis Seminarii. MDCCXLIX.

Apud Joannem Manfrè.

Superiorum permiſſu, & Privilegio.

Digitized by Google

Digitized by Google

ANDREÆ MEMO
PATRITIO VENETO
PETRI FILIO,
ANDREÆ EQUITIS
NEPOTI

TYPOGRAPHUS

F.

NOli mirari, nobiliſſime Adoleſcens, me, qui magnorum Scriptorum Opera plerunque ſine Auſpice in vulgus edere conſuevi, nunc Opus hoc Nevvtonianum inauſpicato emittere non audere. Mihi enim ipſi, ut ingenue fatear, non huic Operi, tutelam quæro;

quod

Digitized by Google

quod quidem ipſum per ſeſe tantam commendationem habet, ut Patrono minime indigeat. De me igitur nunc laboro, & ad Te jamdiu tamquam ad Mæcenatem venire cupiens, hoc demum opportuniſſimum tempus capto, quo tanto gratius Tibi eſſe poſſit officium meum, quanto gratiorem Tibi meæ erga Te voluntatis velut interpretem & internuncium exhibeo. Scio, faciles cuique aditus eſſe ad Te, & illam tantam tamque admirabilem humanitatem tuam hominibus vel alieniſſimis ſemper patere; ſed nemini tamen magis, quam ei, qui tale quiddam deferat, quod excolere poſſit ingenium tuum, & illo jucundiſſimo quaſi pabulo, quo maxime ducitur, recreare. Omnia ſane præclara ſtudia & nobili Viro digna mirifice Te delectant; ſed illa in primis, quæ Te maxime ornent exquiſita eruditione & doctrina, depulſaque erroris caligine, clara ſapientiæ luce perfundant. Te beatum, qui ad dignitates atque ad imperia natus, docilem animum in litteraria palæſtra ita interim formas & fingis, ut, cum per ætatem licebit, capeſſere alacriter Rempublicam poſſis, & Majorum tuorum veſtigiis in ea paſſim glorioſiſſime impreſſis conſtanter inſiſtere! Itaque non immerito nos idem illud

fre-

ſrequenter de Te prædicamus, quod olim Seminarium noſtrum de Andrea Equite Patruo tuo; qui, cum in eo puerilem ætatem optimæ inſtitutionis cauſſa traduceret, in tantam admirationem, cum ob eximium ardorem ſtudii, tum ob ingenii ſingularem præſtantiam, omnium oculos menteſque pertraxit, ut nemo eſſet, quin fidenter ediceret, futurum eum veluti quoddam maximum ſidus Sereniſſimæ Reipublicæ Venetæ divinitus datum, ut aliquando (id quod cumulatiſſime impletum ſummo noſtro cum gaudio nunc demum videmus) univerſam illuſtraret ſua ſplendidiſſima luce, ſuoque fauſto & benefico influxu beatam efficeret. Suſtine igitur expectationem, quam & Familiæ tuæ ſummus ſplendor, & vis incredibilis ingenii tui, & hic denique tantus tuus in Litteras Litteratoſque amor & ſtudium maximam movet; meque his tot tamque gravibus de cauſſis in fidem & clientelam tuam admitti cupientem ita demum amplectere, ut omnes intelligant, conſultiſſimum me fuiſſe in Patrono eligendo, quod illum elegerim, qui dignitate poſſit, ingenio ſciat, bonitate velit mihi & conatibus meis præſidium pariter & ornamentum afferre. Vale.

Digitized by Google

TYPOGRAPHUS
AD LECTOREM.

EX quo rem Typographicam tractare ſum aggreſſus, nihil antiquius habui, quam ut bonis libris edendis doctorum ſtudia juvarem. Itaque intra paucos annos ſcriptores illuſtres edidi non paucos. Habent a nobis Humaniorum litterarum amantes recens impreſſos Homerum, Heſiodum, Euripidem; habebunt primo quoque tempore ampliſſimam omnium Ciceronis operum editionem. Habent rerum Eccleſiaſticarum ſtudioſi, ut omittam multa, ſummi Pontificis Benedicti XIV. divina opera. Habent Medici magnorum auctorum Heiſteri, De Gorter, Weinhart, Caſtelli aliorumque utiliſſimos libros. Habent Philoſophi non Italicæ tantum ſed univerſæ Philoſophiæ principem Galileum. Denique omnes aliis ſcientiis addicti habent probatiſſimos in ſuo genere ſcriptores a nobis diligenter excuſos.

Nunc tibi ſiſto, benigne Lector, quæcumque magnus Nevvtonus *De Luce & Coloribus* ſcripſit, diſtracta prius, nunc ad commodum tuum volumine uno collecta; quodque non levis momenti eſt, do tibi ſimul libros plures minore pretio quam ſinguli ſeorſim veneant ex editionibus Tranſalpinis, quibus tamen noſtra hæc typorum & chartæ nitore non valde cedit, correctionis autem fide & diligentia fortaſſe antecedit.

In hoc volumine primum locum obtinet princeps hoc in genere Nevvtoni opus, nempe *Optica*, quæ ut ait Fontenellius, mirabilem quandam lucis Anatomiam nobis exhibet. Liber hic editus eſt Londini primum in 4. Anglicæ ſcriptus an. 1704. editus iterum ac tertio eſt ibidem eadem lingua in 8. annis 1718., 1721. Ex prima editione Latine interpretatus eſt Cl. Samuel Clarcke, ediditque Londini an. 1706. in 4. iterumque ex editione ſecunda item Londini an. 1711. Illuſtris Petrus Coſte ex ſecunda editione Gallicam Interpretationem dedit Am-

ſte-

Digitized by Google

ſtelodami duobus voluminibus in 12. an. 1720. Lutetiæ autem in 4. an. 1722. Genevæ demum Latina Clarckii interpretatio recuſa eſt in 4. ſatis nitide an. 1740. Proinde hæc nona eſt hujus operis editio; quæ tamen non ingrata accidere debet Italis noſtris, tum quia nondum in Italia liber editus erat, nec poſt tot editiones ſatis frequens proſtabat, tum etiam quia, ut modo dixi, parari poterit ſumptu multo minore.

Veniunt ſecundo loco *Lectiones Opticæ* habitæ a Nevvtono Cantabrigiæ annis *1669. 1670. 1671.*, tum cum *Cathedram Lucaſianam* ſibi a magiſtro ſuo Barrovio remiſſam ingreſſus eſt. Lectiones hæ poſt mortem Auctoris tantum editæ fuere, licet quinquaginta & amplius annis ante ſcriptæ fuiſſent. Auctor enim litium, quas averſabatur, vitandarum cauſa apud ſe ſcriptum retinuit. Editio prima hujus libri facta eſt Londini an. 1728. in 4. ſed valde mendoſa. Deinde a Cl. Joanne Caſtilioneo inſertus Tomo ſecundo Opuſculorum Nevvtoni quæ Genevæ prodierunt an. 1744. Hanc nos editionem ſecuti ſumus, niſi quid vel corrigendum vel addendum fuit. Retinuimus tamen Præfationem editionis Londinenſis multas ob cauſas, illam imprimis quia hiſtoriam hujus libri ſuppeditat, quam proinde conſulant ſtudioſi.

Extremo loco poſita eſt *Appendix* comprehendens Epiſtolas, reſponſa atque alia ſcripta Nevvtoni ad Lucem & Colores pertinentia ex *Tranſactionibus Anglicanis* excerpta. Omitti hæc non poterant, tum quia Nevvtoni ſunt, hoc eſt optima, tum quia per ea Opticæ Nevvtonianæ quaſi corpus perficitur. Hæc tertia pars utilitatem continet non minorem, quam duæ priores, jucunditatem vero multo uberiorem. In his enim Epiſtolis extant prima experimenta & prima quaſi ſemina atque elementa ex quibus opticum ſyſtema ſuum Nevvtonus compoſuit; perſpicitur ortus progreſſus & ordo tam admirabilium inventorum; explicantur, quod caput eſt, multa clarius, quam alibi ex. gr. conſtructio atque uſus Teleſcopii Catadioptrici: ſolvuntur variæ difficultates, diluunturque ea, quæ adverſus Novam

Lucis Theoriam a Nevvtono expoſitam certatim Philoſophi præcipue Galli objecerunt; quæ omnia cognoſcere non minus utile, quam jucundum eſt.

Jam vero ad Nevvtoni doctrinam commendandam ineptum videatur quidquam dicere in tanta & auctoris fama & doctorum approbatione. Non injucundum tamen ſpero fore ſi partem quamdam Pręfationis, quam Cl. Petrus Coſte interpretationi ſuæ Gallicæ hujus libri præpoſuit, latine hic afferamus.

Etſi, inquit Coſte, *omnibus temporibus natura Lucis & Colorum inveſtigata fuit a Philoſophis, tamen qui Newtoni opus perlegerit, facile intelliget, quæcunque in hoc genere dicta fuerunt ab illis, nixa eſſe quibuſdam principiis, quæ facilius ſubverti poſſint, quam confingi.*

Patet ex quodam Senecæ loco QQ. Nat. l. 1. c. 7. Priſma vitreum cujus ope Lucis colores ſeparantur, iis temporibus haud omino ignotum fuiſſe. Virgula, *inquit*, ſolet fieri vitrea vel ſtriata vel pluribus angulis in modum clavæ toroſa. Hæc ſi ex tranſverſo ſolem accipit, colorem talem, qualis in Arcu videri ſolet, reddit. *Seneca tamen longe aberat ab eo ut hoc priſmatum genere uteretur ad lucis & colorum naturam explicandam. Ex illa enim varietate colorum, quos priſma exhibet, concludit nullum ibi colorem verum ineſſe, ſed tantum ſpeciem colorum qualis eſt in collo columbarum.* Apparet, *ait*, non fieri ullum colorem, ſed ſpeciem falſi coloris, qualem columbarum cervix & ſumit & ponit, utcumque deflectitur.

Philoſophi recentiores facile agnoverunt hanc diſtinctionem colorum in veros & falſos vanam & commentitiam eſſe, omneſque colores juxta veros eſſe. Verum ubi naturam lucis aperire, quid colores a luce emanantes ſint, quid unum ab alio diſtinguat, docere aggreſſi ſunt, nonniſi puras putaſque hypotheſes attulerunt, quæ ſi vel maxime veritate niterentur, nec quidquam certi aut definiti docerent, nec veris experimentis poſſent confirmari.

Tandem Newtonus unius naturæ conſultor & diſcipulus, naturam

ram eamdem quaſi coegit arcana ſua ſibi prodere ac manifeſtare. Detexit enim per experimenta ſenſibus obvia eaque multis variiſque modis tentata, lucem nihil eſſe aliud niſi congeriem, ſive faſciculos radiorum diverſis coloribus præditorum: Radios autem ſemel ſeparatos & ſeorſim ſpectatos ſervare conſtanter nativum ſuum colorem, ita ut eum nulla nec refractio nec reflexio, nec umbræ mixtio mutare poſſit: Radios peculiaris cujuſque coloris habere certam vim certumque quaſi gradum Refrangibilitatis (*oportuit enim ad rem novam novum verbum accommodare*): *Radios Lucis, qui colore differunt, differre conſtanter gradu certo Refrangibilitatis: Differentiæ hujus refrangibilitatis tanquam cauſæ tribuendam eſſe differentiam colorum in radiis; ex quo fieri, ut colores omnes in natura exiſtentes tales ſint, quales eos efficere debent qualitates colorandi inſitæ radiis, ex quibus conſtat Lux: Quod ſi Lux radios uno tantum modo refrangibiles haberet, unum tantum in rerum natura colorem futurum, nec ullum produci novum poſſe reflexione aut refractione ulla.*

Radiorum jam cujuſque generis certa Refrangibilitate cognita & conſtituta, quod Newtonus invictis experimentis fecit, facile eſt Mathematice explicare phænomena omnia colorum, qui refractione Lucis producuntur. Quare hæc fit vera ſcientia, quæ Mathematice tractari queat, non minus quam cæteræ partes Opticæ, & demonſtrationes germanas ſuſcipere, ut quicumque Newtoni librum legere non gravabuntur, intelligent.

Quod maxime inveſtigatione dignum, inventione jucundum videbatur, quodque Newtonum ad plurima elegantiſſima experimenta tentanda impulit, quorum partes omnes ejus Theoriam confirmant, id erat cognoſcere, quid ex compoſitione & mixtione varia radiorum ſimilium exiſteret. Comperit igitur, ex mixtione Colorum omnium ſimplicium exiſtere Albedinem; itaque colorem album nihil eſſe aliud, quam colorum omnium primorum ac ſimplicium ſimul mixtorum congeriem. Jam candidæ lucis parvo circulo ſic depicto ex ea mixtione omnium colorum exceptoque

in chartam (quod deſcribitur lib. 1. *Part.* 2. *exper.* 10.) *oſtendit intercepto uno vel pluribus coloribus, Albedinem repente evaneſcere & migrare in alium quemdam colorem ex reliquis compoſitum. Inde ſi redire ſinantur intercepti colores, priſtinam albedinem reſtitui. Alios ſubinde atque alios colores intercipiendo oſtendit qui ex quorum mixtione gignantur. Alibi etiam docet, quomodo cognitis & datis aliquot coloribus ſimplicibus ſtatui poſſit color ex iis componendus.*

Pars hæc de compoſitione colorum tam admirabilis & enucleata ab Auctore, nihil eſt niſi conſectarium ſeparatæ Lucis primorumque colorum. At ipſa hæc ſeparatio colorum tantæ ſagacitatis eſt tantique ingenii, ut Princeps Antiquitatis Plato non dubitaverit pronunciare humanis viribus majus eſſe, qua proportione varia colorum quorumdam mixtio colores novos efficiat, noſſe. Qui vero, *inquit in Timæo*, hoc detegeret, non deberet proferre; non enim poſſet neque neceſſariam neque probabilem ullam ejus rei rationem afferre. Si quis vero opus tantum aggrederetur, eo ipſo oſtenderet, ſe, quid inter humanam divinamque naturam intereſſet, ignorare. Deus enim poteſt miſcere plura ſimul, unumque in plura tribuere, quippe ſimul ſciens & potens. Hominum vero, qui alterutrum poſſit, neque extitit adhuc neque oriturus eſt unquam ullus.

Recte Plato diſſerebat, ſed falſo fundamento nitebatur. Jure enim contendebat, ut definiri poſſet, qui colores ex mixtione horum, aut illorum colorum naſcantur, oportuiſſe prius ſecernere varios colores Lucem componentes, quod homini negatum putabat. Sane qui oſtendi poteſt, quos quique colores mixti producturi ſint, niſi prius accurate ſejungantur priores? itaque conſtat, antequam Newtonus arcanum hoc detegeret, nihil de compoſitione colorum probabile dictum ab ullo Philoſophorum, quod fideli teſte experientia confirmaretur.

Ceterum quanquam Newtonus ſuam de coloribus doctrinam nonniſi manifeſtis experimentis fundaverit, ea tamen peragendi ars diu Britanniæ finibus circumſcripta fuit. Statimque in Gallia Ger-

Germania, alibique docti viri cum exacte ſeparare radios Lucis non potuiſſent, totam hanc doctrinam tanquam hypotheſin commentitiam exceperunt & experimentis minime reſpondentem. Mariottus inter ceteros ſeparationem illam tentavit & quidem obtinuit, ſed ita confuſam, ut rubeus color ex. gr. quem refractione priſmatis unius diviſerat, fractus alio priſmate purpureum & cæruleum reddiderit. Inde concluſit radios ſeparatos refractione Priſmatis nequaquam eſſe immutabiles atque individuos, quales facit in Optica Newtonus.

Atqui nihilominus hujuſmodi radii immutabiles reperientur ſi in iis ſeparandis ea ratio teneatur, quam præſcribit Auctor Prop. 4. *l.* 1. *Id aperte oſtendit D. Deſaguliers Londini an.* 1715. *cum adeſſent D. Remondus de Montmort, Eques de Louville* (1) *aliique ſocii Regiæ Academiæ. Idem Lutetiæ Pariſiorum præſtitit P. Sebaſtianus, idemque paulo poſt D. Gauger, qui coram pluribus doctiſſimis viris Varignonio, Juſſieo, P. Reyneau, aliiſque, fere omnia experimenta quæ referuntur in hoc libro iteravit, & vera eſſe pervicit. D. Mairanus eadem perfecerat Bliterræ an.* 1716. *quæ eodem ſucceſſu iteravit an.* 1717. (2)

Nunc ſi qui exiſtunt rite peragendorum experimentorum ignari, qui quæ ex iis neceſſaria rerum conſecutione concluduntur rejiciant, ii, ſi ſapiunt, ſuſtinere debent judicia ſua, nec doctrinam

ac-

(1) Mirum hic a Coſtio non laudatum amiciſſimum virum Abbatem Antonium Conti Patricium Venetum (quem morte nuper ereptum luget Italia.) Is enim tum aderat Deſagulierii experimentis cum D. De Montmort & D. Louville, quibuſcum eo anno profectus erat Londinum, & apud Italos horum experimentorum teſtis eſſe poteſt, ut ſane erat, dum degeret inter nos. Adeo vero in mentem venire debebat Coſtio hanc Præfationem conſcribenti, quod illum de loco Platonis paulo ſuperius allato conſuluerat, ut Epiſtola ad Coſtium data & altera Coſti ad Conti, quæ inter hujus manuſcripta extant, teſtantur.

(2) Etiam in Italia experimenta lucis juxta Nevvtoni doctrinam ſucceſſerunt, cum rite & bonis priſmatis tentata ſunt. Docent Acta Sociorum Bononienſium, qui ſcientias atque artes immortalibus ſtudiis promovendo Italis doctrinæ atque ingenii famam vel ſoli tuentur, efficiuntque, ut Gallis atque Anglis ſuas Academias minime invideamus. Horum igitur Academicorum inſignis diligentia effecit, ut nemini jam liceat de veritate eorum experimentorum dubitare. Quod ſi quis ex noſtris adhuc dubitaret, is ea ſuiſmet oculis ſpectare poſſet, dum a Philoſopho & Mathematico præſtantiſſimo totaque Europa Jure celeberrimo *Joanne Poleno* hic Patavii peraguntur. Is enim Nevvtoniana Lucis & colorum experimenta frequentiſſimæ coronæ domi ſuæ ſæpius feliciter & cum ſumma hominum approbatione oſtendit.

accuſare, quam ſuſpicari poſſunt innixam veræ experientiæ, cum talis & prædicetur & reperiatur ab aliis, licet ipſi per ſe rei hujus veritatem explorare nondum potuerint.

Liceat mihi nunc verbum addere de Quæſtionibus, quæ in extremo libro proponuntur. Patet ex iis, quæ fuerit Auctoris mens in graviſſimis controverſiis Phyſicis. Sunt hi ejus Philoſophiæ fructus, quam ut admiremur, ſatis eſt cognoſcere & meditari; quæ per inveſtigationem rerum naturalium nos ducit ad Auctorem & gubernatorem rerum omnium Deum, qui fructus eſt Philoſophiæ præſtantiſſimus. Licet autem Newtonus cogitata ſua proponat quærendo tantum ac dubitando, qui tamen cæci non ſunt, facile perſpicient principia quibus doctrinæ illæ nituntur. Hic denique patefecit, quid de Gravitate *ſentiret; adeoque conſtat Gravitatem a Newtono nunquam conſideratam tanquam proprietatem ad eſſentiam corporum pertinentem. Videre item eſt ex iis quæ de* Attractione *differit, hoc principium ex mente ipſius nihil eſſe minus quam* occultam Qualitatem *aliquam ſcholaſticorum. Mihi quidem de Attractione ad mentem Newtoni accepta idem videtur ſentiendum, quod de Aeris* Elaſticitate, *cujus effecta explorantur quin tamen ejuſdem cauſa aut cognoſcatur aut quæratur.* Hactenus Coſtius; hactenus & nos.

P R Æ-

PRÆFATIO
INTERPRETIS.

IN rerum naturæ inveſtigatione, non fictis hypotheſibus, non levibus conjecturis, ſed vel calculo Mathematico, vel claris certiſque experimentis, omnino innitendum eſſe ei, qui maximis erroribus implicari & in ſumma rerum naturalium ignoratione verſari nolit; convenit jam fere inter eruditos omnes, peritioreſque Philoſophos.

Atque hac demum naturam ſpeculandi ratione, quam longe, non ultra opinionem modo, ſed ultra hominum etiam doctiſſimorum ſpem, proferri poſſint ſcientiæ fines; edocuit illuſtriſſimus Auctor noſter, vir & fide & moribus antiquis, & ſumma modeſtia; atque in utroque philoſophandi genere, tum calculis Mathematicis ponendis, tum experimentis capiendis, longe omnium quicunque fuerint & perſpicacitate ingenii & judicii firmitate princeps.

Superioris generis immenſum exemplum eſt liber ille nunquam ſatis laudandus, qui inſcribitur *Philoſophiæ naturalis Principia Mathematica*. In quo celeberrimus Author, cum ex phænomenis motuum inveſtigaſſet vires naturæ, deinde ex iſtis viribus demonſtravit phænomena reliqua: & cum ex phænomenis cœleſtibus, per propoſitiones mathematice demonſtratas derivaſſet vires gravitatis, quibus corpora ad Solem & planetas ſingulos tendunt; deinde ex iſtis viribus, per propoſitiones itidem mathematicas, deduxit motus planetarum, cometarum, & lunæ. Atque ita Aſtronomiam tandem tradidit, non jam amplius in conjecturis nixam, ſed omnibus ſuis numeris perfectam plane & abſolutam ſcientiam.

Poſterioris generis exemplum eſt hic tractatus. In quo nova ac miranda luminis phænomena; refractionum inæquabilitas, radiorum in eandem ſuperficiem iiſdem angulis incidentium al-

ter-

Digitized by Google

ternæ reflexionis ac tranſmiſſus vices, variæ radiorum prope corporum objectorum extrema parvo intervallo tranſeuntium inflexiones, & ſui ſingulorum colores connati & immutabiles; clariſſimis experimentis, ſine ulla omnino hypotheſi, comprobantur ſimul & explicantur luculentiſſime.

Quare nihil hic opus eſt ut lectorem moneam, luminis proprietates, ejuſque motuum leges, ſibi in hoc pulcherrimo opere explicatum iri, ſtupendas plane ac inauditas, perque omnia retro ſęcula reconditas atque abditas; eaſdem tamen jam dehinc ita apertas futuras, ita manifeſtas, ut nemo poſthac, hujuſmodi rerum intelligens, dubitare poſſit, quin intimam lucis colorumque naturam tam perſpectam habeat, tam ſibi hic ante oculos poſitam & penitus patefactam cernat, quam quod in rerum natura uſpiam eſt exploratiſſimum.

Verum, quoniam illuſtriſſimo Auctori viſum eſt, librum hunc ſermone Anglico ſcriptum emittere, & in præfatione ſua cavere, ne quis, ſe inſciente, eum in alium ſermonem converteret; id hic certior faciendus eſt lector, hanc verſionem & auctoris juſſu incœptam, & eodem approbante abſolutam; & quæcunque in orationis contextu, majoris perſpicuitatis gratia, aliquantulum immutata ſint, paucula quidem illa, ſed quæcunque ſint, ea omnia, vel juſſu auctoris vel ejuſdem permiſſu, eſſe immutata.

S. Clarke.

A U-

Digitized by Google

AUCTORIS
MONITIO PRIOR
AD LECTOREM.

Pars aliqua hujus tractatus de lumine, ſcripta fuit anno 1675, rogatu amicorum quorundam e Societate Regia; ad cujus Societatis Scribam tum miſſa fuit, & in conventu ipſorum perlecta: Pars autem ejus reliqua, poſt annos circiter duodecim addita eſt, ad theoriam perficiendam atque abſolvendam; exceptis tertio libro, & obſervatione ultima in parte ultima libri ſecundi, quæ poſtea ex chartulis diſperſis ſunt collecta. Ne controverſiis me de hoc argumento implicari paterer, diſtuli uſque adhuc hunc tractatum in lucem emittere; & diſtuliſſem uſque, niſi me moviſſet tandem amicorum importunitas. Si quæ aliæ chartæ ſuper hac materia, erepſerunt injuſſu meo, imperfectæ ſunt eæ, & forſitan ante ſcriptæ, quam omnia experimenta hoc in libro memorata cepiſſem; mihique ipſi, quæ eſſent refractionis leges, colorumque componendorum ratio, ſatis comprobaſſem. Edidi jam (Anglice) *quæ mihi de hoc argumento viſum eſt emittere; & nolim ea, me inſciente, in alium ſermonem converti.*

Coronas colorum, quæ circum ſolem & lunam nonnunquam videntur, conatus ſum quadantenus explicare; verum, inopia plurium obſervationum, materiam illam aliis penitius explorandam relinquo. Argumentum tertii quoque libri imperfectum dimiſi; quia nec omnia ceperim experimenta, quæ, cum hæc agerem, mecum ſtatueram capere; nec, quæ ceperam, omnia iteraverim, donec de ſingulis ipſorum circumſtantiis poſſem mihi ipſi facere ſatis. In his chartis edendis, illud ſolummodo mihi inſtitutum fuit; ut quæ ipſe experiundo comperiſſem, communicarem; quæque adhuc reſtant, aliis penitius exploranda commendarem.

1. Aprilis 1704. I. N.

A U-

AUCTORIS
MONITIO ALTERA
AD LECTOREM.

T*Ractatus Mathematicos in priori Optices noſtræ editione ſub finem annexos*, *in* ſecunda *hac editione*, *utpote ad eandem materiam minus ſpectantes*, *ſubjungere omiſi*. *In fine libri tertii*, Quærendorum *numerum adauxi*. *Et nequis* gravitatem *inter* eſſentiales *corporum proprietates me habere exiſtimet*, *quæſtionem unam de* ejus *cauſa inveſtiganda ſubjeci*. Quæſtionem, *inquam: Quippe qui* experimentis *rem iſtam nondum habeam exploratam*.

16. Julii 1717.

I N.

OPTI-

Digitized by Google

OPTICES

LIBER PRIMUS.

PARS PRIMA.

IN hoc libro conſcribendo non mihi id inſtitutum fuit, ut poſitis certis hypotheſibus, luminis proprietates exinde explicarem; ſed ut iſtas proprietates ſimpliciter propoſitas ratione duntaxat experimentiſque comprobarem. Quem in finem definitiones & axiomata ſubjecta præmittere ſtatui.

DEFINITIONES.

DEFINITIO I.

P*Er radios luminis minimas ipſius partes intelligo, eaſque tam in eiſdem lineis ſucceſſivas, quam contemporaneas in diverſis.*

Liquet enim lumen ex partibus conſtare, tum ſucceſſivis, tum contemporaneis: quippe in uno eodemque loco id luminis, quod uno momento advenit, intercipere licet; & quod momento proxime ſequenti advenit, permittere ut tranſeat: item uno eodemque tempore lumen in quolibet loco intercipere licet, & quovis alio in loco permittere ut tranſeat. Ea enim luminis pars, quæ intercipitur, non poteſt eadem eſſe atque iſta quam tranſire permittas. Minimum lumen, aut minima luminis pars, quæ ſola ſine reliquo lumine vel intercipi poſſit, vel ſola propagari; aut quæ agere vel pati quicquam poſſit, quod reliquum lumen eodem tempore non agat vel patiatur: hæc eſt, quam appello *radium* luminis.

Digitized by Google

DEFINITIO II.

Refrangibilitas radiorum luminis eſt diſpoſitio ea, qua ita comparati ſunt, ut in tranſeundo ex uno corpore tranſlucido, ſive medio, in aliud, refringantur ſeu de via deflectantur. Et major minorve radiorum refrangibilitas eſt diſpoſitio ea, qua apti ſunt, ut in paribus incidentiis ſuper unum idemque medium, magis minuſve de via detorqueantur.

Mathematici plerumque ſecum ita fingunt; radios luminis eſſe lineas a corpore lucido ad corpus illuminatum pertingentes; horumque radiorum refractionem eſſe linearum iſtarum flexionem aut fractionem in tranſeundo ex uno medio in aliud. Atque hoc quidem de radiis & refractionibus dici poſſit, ſi lumen uno momento propagetur. Verum cum ex temporum eclipſium Jovis ſatellitum æquationibus id colligi videatur, lumen ſpatio temporis propagari; adeo ut e Sole in terram ſeptem circiter minutorum ſpatio deferatur; radios ac refractiones ita laxe definire malui, ut quicquid de luminis propagatione ſtatuatur, hæ tamen definitiones in utramque partem veræ ac certæ ſint.

DEFINITIO III.

Reflexibilitas radiorum eſt diſpoſitio ea, qua ita comparati ſunt, ut in quodcunque medium inciderint, ab ejuſdem ſuperficie in idem rurſus unde profecti ſunt medium reflectantur. Et radii magis minuſve reflexibiles ſunt, qui facilius aut difficilius reflectuntur.

Exempli gratia: cum lumen e vitro in aerem tranſeat, & pro eo ut ad communem vitri aeriſque ſuperficiem magis magiſque inclinetur, ex toto tandem ab iſta ſuperficie reflecti incipiat: quæ radiorum genera vel paribus incidentiis majori copia reflectuntur, vel radios paulatim inclinando citius ex toto reflectuntur; ea maxime reflexibilia ſunt.

DEFINITIO IV.

Angulus incidentiæ eſt angulus, qui linea ab incidente radio deſcripta, & linea ad reflectentem aut refringentem ſuperficiem perpendiculari, in puncto incidentiæ continetur.

DEFINITIO V.

Angulus reflexionis aut refractionis, eſt angulus, qui linea a reflexo aut refracto radio deſcripta, & linea ad reflectentem aut refringentem ſuperficiem perpendiculari, in puncto incidentiæ continetur.

DEFINITIO VI.

Sinus incidentiæ, reflexionis & refractionis, ſunt ſinus angulorum incidentiæ, reflexionis, & refractionis.

DEFINITIO VII.

Lumen cujus omnes radii ſunt æque refrangibiles, id ego ſimplex, homogeneum, & ſimilare appello: Cujus autem radiorum alii magis quam alii refrangibiles ſunt, id ego compoſitum, heterogeneum, & diſſimilare appello.

Prius

Prius lumen ideo homogeneum appello, non quod id plane & omnimode homogeneum eſſe, affirmare velim; ſed quod radii qui pari ſunt refrangibilitate, iidem in iſtis ſaltem omnibus, de quibus in hoc libro diſſerendum erit, proprietatibus inter ſe conveniunt.

DEFINITIO VIII.

Colores homogenei luminis appello primarios, homogeneos & ſimplices: luminum autem heterogeneorum colores, heterogeneos & compoſitos.

Hi enim ex luminum homogeneorum coloribus ſemper compoſiti ſunt; ut ex iis quæ infra dicenda ſunt, apparebit.

AXIOMATA.

AXIOMA I.

A*Nguli incidentiæ, reflexionis & refractionis, in uno eodemque plano ſiti ſunt.*

AXIOMA II.

Angulus reflexionis æqualis eſt angulo incidentiæ.

AXIOMA III.

Si radius refractus directo ad punctum incidentiæ revertatur; in eam ipſam lineam, quam radius incidens ante deſcripſerat, refringetur.

AXIOMA IV.

Refractio e rariori medio in denſius fit verſus perpendicularem; hoc eſt, ita ut angulus refractionis ſit angulo incidentiæ minor.

AXIOMA V.

Sinus incidentiæ eſt ad ſinum refractionis in data ratione, vel accurate, vel quam proxime.

Quare ſi in una radii incidentis inclinatione cognita ſit iſta proportio, cognita erit etiam in omnibus. Unde refractio in omnibus incidentiæ caſibus ſuper unum idemque corpus refringens, determinari poteſt. Exempli gratia; ſi refractio fiat ex aere in aquam, ſinus incidentiæ luminis rubri, ad ſinum refractionis ejuſdem luminis, eſt ut 4 ad 3. Si refractio fiat ex aere in vitrum, ſinus erunt inter ſe ut 17 & 11. In lumine aliorum colorum aliæ ſunt ſinuum proportiones: ſed ea differentia adeo parva eſt, ut raro ejus ullam rationem haberi ſit neceſſe.

Sit igitur R S (*Fig.* 1. *Tab.* I.) aquæ ſtagnantis ſuperficies, & C punctum incidentiæ, ubi radius ab A in linea A C per aerem delapſus, reflectitur aut refringitur. Jam ut inveniam quo iſte radius, poſtquam reflexus aut refractus fuerit, ſit perrecturus; erigo ſuper aquæ ſuperficiem e puncto incidentiæ perpendicularem C P, eamque deorſum produco ad Q. Tum ex Axiomate primo concludo, radium, poſtquam reflexus aut refractus fuerit, alicubi in plano anguli incidentiæ A C P producto reperiri debere. Super perpendicularem C P igitur demitto ſinum incidentiæ A D: & ſi radius reflexus, quis ſit, quæratur; produco A D ad B, ita ut D B ſit

Digitized by Google

æqualis iſti A D; & duco C B: quæ linea C B erit radius reflexus: angulus enim reflexionis B C P, ejuſque ſinus B D, æquales ſunt angulo & ſinui incidentiæ; uti, ex ſecundo Axiomate fieri debet. Sin autem radius refractus, quis ſit, quæratur; produco A D ad H, ita ut D H ad A D eam proportionem habeat, quam habet ſinus refractionis ad ſinum incidentiæ, hoc eſt (ſi lumen ſit rubrum,) rationem 3 ad 4. Tum centro C, in plano A C P, & radio C A, deſcripto circulo A B E; duco parallelam perpendiculari P C Q lineam H E, quæ ſecet circumferentiam in E: & ducta C E, iſta linea C E erit radius refractus. Si enim demittatur E F perpendicularis ad lineam P Q; iſta linea E F, quoniam angulus refractionis eſt E C Q, erit ſinus refractionis radii C E. Qui ſinus E F æqualis eſt ipſi D H; & conſequenter eam proportionem habet ad ſinum incidentiæ A D, quam habent 3 ad 4.

Eodem modo ſi per priſma vitreum (hoc eſt, vitrum duobus æqualibus & parallelis triangulis ab extremitatibus ſuis terminatum, tribuſque planis & bene politis compactum lateribus, quæ tribus parallelis lineis a ternis angulis unius extremi ad ternos angulos alterius extremi pertingentibus interjunguntur,) ſi, inquam, luminis per hujuſmodi priſma tranſmiſſi refractio quæratur: ſit A C B (*Fig.* 2. *Tab. I.*) planum, quo priſma ea ſui parte, qua lumen tranſmittitur, ſecetur tranſverſum per iſtas lineas parallelas quibus ternæ ipſius facies interjunguntur: ſitque D E radius incidens in primam faciem priſmatis A C, ubi lumen in vitrum ingreditur. Tum poſito quod ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis eam proportionem habeat, quam habent 17 ad 11; inveni E F primum radium refractum. Qui porro radius quum ſit ipſe radius incidens in ſecundam faciem vitri B C, ubi lumen egreditur; iterum refractus radius F G ſimili ratione invenietur, ponendo ſinum incidentiæ ad ſinum refractionis eam habere rationem, quæ eſt 11 ad 17. Si enim ſinus incidentiæ ex aere in vitrum ſit ad ſinum refractionis, ut 17 ad 11; liquet ſinum incidentiæ e vitro in aerem fore e contrario ad ſinum refractionis, ut 11 ad 17; uti ex tertio Axiomate patet.

Simili fere ratione, ſi A C B D (*Fig.* 3. *Tab. I.*) ſit vitrum ex utraque parte ſphærice convexum (quod vulgo *lens* appellatur, quale eſt vitrum uſtorium, aut conſpicillum vulgare, aut vitrum objectivum conſpicilli tubulati,) & quæratur quomodo lumen e puncto lucido Q in hoc vitrum incidens refringi debeat: ſit Q M radius incidens in quodvis punctum M primæ ſuperficiei ſphæricæ A C B; & erigendo lineam vitro perpendicularem in puncto M, inveniatur primus refractus radius M N, ex proportione ſinuum 17 ad 11. Idem radius e vitro egreſſurus incidat in N; tumque inveniatur ſecundus radius refractus N *q*, ex proportione ſinuum 11 ad 17. Qua eadem ratione inveniri quoque poteſt refractio, cum lens ex altera parte convexa, ex altera plana ſit vel concava; aut cum ex utraque parte ſit concava.

AXIOMA VI.

Radii homogenei ex diverſis cujuſvis objecti punctis fluentes, & in planam aut ſphæricam ſuperficiem reflectentem aut refringentem, ad perpendiculum aut fere ad perpendiculum incidentes; divergent deinceps a totidem aliis punctis, aut paralleli evadent totidem aliis lineis, aut convergent verſus totidem alia puncta, accurate aut ſaltem ſine errore ſenſibili. Hocque idem eveniet, ſi radii a duabus, tribus, pluribuſve planis ſphæricisve ſuperficiebus ſucceſſive reflectantur vel refringantur.

Punctum, a quo radii divergunt, vel ad quod convergunt, appellari poteſt ipſorum *Focus*. Et, ſi focus incidentium radiorum datus ſit, focus radiorum reflexorum aut refractorum inveniri poterit, computando binorum quorumvis radiorum refractionem, ſicuti ſupra traditum eſt; vel etiam facilius hoc modo.

Caſ. 1. Sit A C B. (*Fig.* 4. *Tab. I.*) planum reflectens aut refringens, & Q focus incidentium radiorum, & Q *q* C linea plano iſti perpendicularis. Jam ſi hæc linea

Digitized by Google

linea perpendicularis producatur ad q, ita ut qC fiat æqualis QC; punctum q erit focus radiorum reflexorum.

Vel, ſi qC capiatur ab iiſdem partibus plani, ac ipſa QC; habeatque eandem proportionem ad QC, quam habet ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis; punctum q erit focus radiorum refractorum.

Caſ. 2. Sit ACB (*Fig.* 5. *Tab. I.*) ſuperficies reflectens cujuſvis ſphæræ, cujus centrum ſit E. Biſſeca quemvis ipſius radium (puta EC) in T. Et, ſi in iſto radio, ab iiſdem partibus puncti T, ſumantur puncta Q & q, ita ut TQ, TE, & Tq ſint continue proportionales; & punctum Q ſit focus radiorum incidentium; punctum q erit focus reflexorum.,

Caſ. 3. Sit ACB (*Fig.* 6. *Tab. I.*) ſuperficies refringens cujuſvis ſphæræ, cujus centrum ſit E. In quovis ipſius radio EC in utramque partem producto, capiantur æquales ET & Ct ita, ut ad iſtum radium eam proportionem ſeorſum habeant, quam habet ſinuum incidentiæ & refractionis is qui minor fuerit, ad differentiam ipſorum ſinuum. Tum ſi in eadem linea inveniantur duo quævis puncta Q & q, ita ut TQ ſit ad ET, ut Et ad tq; (ſumendo tq in contrarias partes a puncto t, ac TQ a puncto T;) & punctum Q ſit focus radiorum incidentium; punctum q erit focus refractorum.

Porro, eodem modo focus radiorum bis vel ſæpius reflexorum aut refractorum, inveniri poterit.

Caſ. 4. Sit $ACBD$ (*Fig.* 7. *Tab. I.*) lens refringens, ſphærice convexa aut concava, aut plana utravis ſuperficie; ſitque CD axis ipſius, (hoc eſt, linea quæ utramque ejus ſuperficiem ad perpendiculum ſecet, & per centra ſphærarum tranſeat;) inque hoc axi producto ſint F & f radiorum refractorum foci ratione ſupra expoſita inventi, cum radii incidentes ex utraque parte lentis ſint axi eidem paralleli; & diametro Ff biſſecto in E deſcribatur circulus. Finge jam quodvis punctum Q focum eſſe radiorum incidentium. Duc QE, quæ ſecet circulum prædictum in punctis T & t; in eamque ſume tq, quæ eam proportionem habeat ad tE, quam habet ipſa tE, ſive TE ad TQ. Sit tq a contrariis partibus puncti t, ac TQ a puncto T; & q erit radiorum refractorum focus, ſine errore ſenſibili; modo punctum Q non tanto intervallo ab axe diſtet, nec lens ipſa adeo lata ſit, ut radiorum nonnulli in ſuperficies refringentes nimio plus obliqui incidant.

Simili opere, cum dati ſint duo foci, inveniri poſſunt ſuperficies reflectentes aut refringentes; eoque pacto forma lentis exprimi, quæ efficiat ut radii ad quemvis locum, vel a quovis loco dato, fluant.

Itaque hujus Axiomatis ſumma hæc eſt. Si radii in aliquam planam aut ſphæricam ſuperficiem ſive lentem incidant, &, antequam in iſtam ſuperficiem incidant, fluant a dato puncto, vel ad datum punctum Q; hi radii, poſtquam reflexi vel refracti fuerint, fluent a puncto q, vel ad punctum q, quod ratione ſupra expoſita definitum fuerit. Et, ſi radii incidentes fluant a diverſis punctis, vel ad diverſa puncta, Q; radii reflexi vel refracti fluent a totidem punctis, vel ad totidem puncta, q, quæ eadem ratione inveniri potuerint. Utrum a puncto q, an contra ad iſtud punctum, radii hi reflexi & refracti fluant; ex ipſo puncti iſtius ſitu, facile dignoſcitur. Si enim iſtud punctum ſitum ſit ab iiſdem partibus ſuperficiei ſive lentis reflectentis aut refringentis, ac punctum ipſum Q; & radii incidentes fluant a puncto Q: radii reflexi, ad q; & refracti, a q fluent. Sin autem radii incidentes fluant ad punctum Q: radii reflexi a q; & refracti, ad q fluent. Quod ſi iſtud punctum q ſitum ſit a contrariis partibus ejuſdem ſuperficiei; omnia tunc contra, ac dicta ſunt, evenient.

AXIOMA VII.

Quocunque in loco radii ex omnibus cujuſvis objecti punctis fluentes, in totidem alia puncta, poſtquam reflexione aut refractione coacti fuerint, iterum conveniunt; eo in loco imaginem iſtius objecti, ſuper quovis corpore albo in quod inciderint, depingent.

Exem-

Digitized by Google

Exempli gratia: ſi P R (*Fig.* 3. *Tab. I.*) ſit corpus foris objectum; & A B lens, ad cubiculi tenebricoſi feneſtram, operculi foramini infixa; qua radii a quovis objecti iſtius puncto Q fluentes ita cogantur, ut in puncto *q* iterum conveniant; & chartæ albæ plagula in *q*, ad excipiendum lumen immiſſum, collocetur: objecti P R imago, juſta ſpecie ac forma, colorumque ipſorum conveniente reſponſu, in chartam depicta conſpicietur. Ut enim lumen quod fluit a puncto Q, pergit ad punctum *q*: ita lumen quod fluit ab aliis objecti punctis P & R, ad totidem alia puncta *p* & *r*, eis in imagine reſpondentia, perget; uti, ex ſexto Axiomate, liquet. Atque hoc pacto unumquodque objecti punctum, ſuum in imagine punctum illuminabit; adeoque imago depingetur, qua debet, forma atque colore; & plane omni ratione, niſi quod inverſa appareat, objecti ipſius ſimillima. Atque hæc porro eſt cauſa experimenti iſtius etiam in vulgus noti, quo rerum foris objectarum imagines in cubiculo tenebricoſo ſuper parietem aut chartę albę plagulam depictas excipere ſolent.

Eodem modo, cum quodvis objectum P Q R (*Fig.* 8. *Tab. II.*) oculis intuemur; lumen, quod ex diverſis objecti punctis fluit, ita refringitur a pellucidis oculi tunicis atque humoribus, (hoc eſt, ab exteriori tunica E F G, quæ *Cornea* appellatur; & a cryſtallino humore A B, qui eſt ultra pupillam *m k*;) ut id coactum in fundo oculi in totidem aliis punctis iterum conveniat, ibique objecti imaginem in pellicula illa, quæ *Tunica Retina* appellatur, quaque oculi fundum obtectum eſt, depingat. Anatomici enim, cum exteriorem illam & craſſiorem pelliculam, quæ *dura mater* appellatur, oculi fundo detraxerint; tranſpicientes per tunicas tenuiores, rerum objectarum imagines in eis pulchre depictas videre poſſunt. Quæ quidem imagines per nervorum opticorum fibras in cerebrum motu propagatæ, viſus cauſa ſunt. Pro eo enim, ut hæ imagines magis minuſve diſtinctæ ſunt, ipſum objectum magis minuſve diſtincte viſu percipitur. Si oculus aliquo forte colore ita imbutus ſit, (quomodo evenit cum quis ictero laborat) ut imagines in fundo oculi iſto colore tinctæ ſint; omnia corpora objecta tum iſto colore itidem videntur infecta. Si oculi humores progrediente ætate deficientes ita imminuantur, ut tunica cornea & humoris cryſtallini integumentum ſe in planiorem ſuperficiem contrahant; lumen minus æquo refringetur, eaque de cauſa non conveniet in fundo oculi, ſed in loco aliquo ulteriori; & proinde imago in fundo oculi paulo confuſius depingetur; quæ imago pro eo ut magis minuſve confuſa fuerit, ipſum itidem objectum videbitur confuſum. Hæc cauſa eſt, quamobrem ſenibus plerunque viſus deficiat: Atque hinc etiam apparet, quomodo conſpicilla ipſis multum adjumento ſint ad diſtincte videndum. Iſta enim vitra convexa, oculi jam in compreſſiorem figuram ſe contrahentis defectum rotunditatis explent; & refractionem augendo, efficiunt ut radii citius ſolito convergentes, diſtincte in fundo oculi conveniant; modo vitrum, pro ratione compreſſioris oculi figuræ, apta factum ſit proportione convexum. Jam vero myopes, quorum oculi nimium globoſi ſunt, ideoque non niſi propius admota cernunt, omnia contra quam diximus experiuntur. In horum enim oculis, cum refractio nimia ſit, radii ita convergunt, ut intra oculum prius conveniant, quam fundum ejus attigerint: ac proinde imago in fundo oculi depicta, & conſequenter viſio ipſa, non erit diſtincta; niſi vel objectum adeo prope ad oculum admoveatur, ut locus, quo radii coituri convergunt, jam remotior factus, in fundum oculi incidat; vel nimiæ oculi rotunditati ſubventum ſit, refractioneſque minuantur, adhibendo vitrum apta proportione concavum; vel ipſa tandem ætate oculus compreſſior factus, aptam figuram ſortiatur. Myopes enim provectiori ætate corpora remotius objecta diſtinctius cernere incipiunt, ideoque viſum habere durabiliorem creduntur.

AXIOMA VIII.

Objectum, quod interveniente reflexione aut refractione aſpiciatur, eo ſemper in loco ſitum videtur, unde radii poſt ultimam reflexionem aut refractionem divergunt, quo tempore in oculum ſpectatoris incidunt.

Si

Si objectum A (*Fig.* 9. *Tab. II.*) interveniente ſpeculi *m n* reflexione inſpiciatur: videbitur id, non proprio in loco A, ſed poſt ſpeculum eo in loco *a*, unde radii quilibet, A B, A C, A D, qui ex uno eodemque objecti puncto fluxerant, divergunt jam, (poſtquam reflexi fuerunt in punctis B, C, D,) in tranſitu ſuo a vitro ad puncta E, F, G, ubi in oculos ſpectatoris incidunt. Hi enim radii talem omnino imaginem in oculorum fundo depingunt, qualem iidem ab objecto in loco *a* revera collocato fluentes, ſine interpoſitu ſpeculi, depinxiſſent: Omniſque in univerſum viſio, iſtius imaginis ſitui atque figuræ congruenter, ſemper efficitur.

Similiter, objectum D (*Fig.* 2. *Tab. I.*) per priſma inſpectum, non ſuo in loco D videtur: ſed alio transfertur in locum aliquem *d*, qui in ultimo refracto radio F G, retro ab F ad *d* ducto, ſitus ſit.

Simili quoque ratione objectum Q, (*Fig.* 10. *Tab. II.*) per lentem A B inſpectum, eo in loco *q* collocatum videtur, unde radii, in tranſitu ſuo a lente ad oculum, divergunt. Obſervandum eſt autem, objecti imaginem *q*, tanto majorem aut minorem, quam ipſum objectum Q, videri, quanto diſtantia imaginis *q* a lente A B, major minorve eſt quam diſtantia objecti ipſius Q ab eadem lente. Quod ſi objectum per bina plurave hujuſmodi vitra convexa aut concava inſpectum fuerit; unumquodque vitrum novam imaginem effinget; objectumque eo in loco eaque magnitudine videbitur, quæ erant ultimæ imaginis locus atque magnitudo. Ex hac obſervatione pendet tota microſcopiorum teleſcopiorumque theoriæ explicatio. Etenim in hoc fere poſita eſt ea univerſa theoria, ut exponatur talium vitrorum conficiendorum ratio, quæ ultimam objecti imaginem tam diſtinctam tamque magnam tamque luminoſam repræſentent, quam poſſit commode exhiberi.

In his Axiomatibus eorumque explicatu, quicquid antehac de rebus ad Opticen pertinentibus traditum fuerit, breviter atque ſummatim videor mihi expoſuiſſe. De quibus enim, inter omnes fere convenit, ea, in his quæ infra dicenda ſunt explicandis, tanquam principia adhibere mihi licere exiſtimabo. Atque hæc quidem ſufficiant, quæ loco introductionis dicta ſint in eorum lectorum gratiam, qui cum ſint acri quidem & perſpicaci ingenio, nondum tamen in ſtudio Optices verſati fuerint. Melius tamen atque facilius hæc, quæ ſequuntur, intelligent, & cogitatione aſſequentur ii, qui antea in his rebus aliquid operæ atque ſtudii poſuerint, & vitra tractare aſſucti fuerint.

PROPOSITIONES.

PROPOSITIO I. THEOREMA I.

Lumina, quæ colore differunt, ea itidem refrangibilitatis gradibus inter ſe differunt.

Probatio ab Experimentis deſumpta.

EXPERIMENTUM I.

CHartam accepi nigram, oblongam, rigidam, lateribus inter ſe parallelis definitam; eamque linea tranſverſa, ad perpendiculum ab uno latere ad alterum ducta, mediam in duas æquales partes diſpertivi. Harum partium alteram colore rubro infeci; alteram cæruleo, ſive indico ad violaceum accedente. Charta ipſa nigerrima erat, coloreſque largi ac ſaturi, atque inſuper craſſe illiti; ut phænomenon evidentius ac notabilius exhiberetur. Chartam iſtam duobus coloribus hoc modo diſcretam, per priſma inſpexi ex vitro ſolido conflatum; cujus eæ binæ facies, per quas lumen ad oculum tranſmitteretur, planæ erant ac perpolitæ, angulumque circiter ſexaginta graduum inter ſe continebant: quem quidem angulum, refringentem priſmatis angulum appello. Dum chartam hoc modo intuerer, eam & priſma ita

ante

Digitized by Google

ante feneſtram collocavi ; ut chartæ latera eſſent priſmati parallela ; eaque latera, atque ipſum inſuper priſma, horizonti parallela ; & linea tranſverſa, feneſtræ plano perpendicularis ; lumen etiam a feneſtra in chartam incidens, & charta ipſa, angulum inter ſe continerent ei æqualem, quem eadem charta, & lumen jam inde ad oculum reflexum, inter ſe itidem continebant. Ultra priſma, paries cubiculi ſubter feneſtram panno nigro obtectus erat, atque ipſe inſuper pannus tenebris undique circumſeptus ; nequid luminis inde reflecteretur, quod prope chartæ extremitates ad oculum tranſiens, ſeſe lumini a charta reflexo immiſceret, eoque pacto experimentum interturbaret. His ita diſpoſitis ; quæ obſervabam, hujuſmodi erant. Si angulus refringens priſmatis ſurſum convertatur, ita ut charta refractione altius attolli videatur ; dimidia ejus pars illa, quæ erit colore cæruleo inſecta, altius videbitur refringendo attolli, quam illa quæ erit rubra. E contrario autem, ſi priſmatis angulus refringens deorſum convertatur, ita ut charta refringendo deorſum ferri videatur ; tum cærulea ejus pars aliquanto inferius demitti videbitur, quam rubra. Quamobrem in utroque horum caſuum, id luminis, quod a cærulea chartæ parte per priſma ad oculum fluit, majorem in eiſdem circumſtantiis refractionem patitur, quam id quod fluit a parte rubra ; & conſequenter, magis refrangibile eſt.

ILLUSTRATIO. In ſchemate undecimo, M N (*Fig.* 11. *Tab. II.*) exhibet feneſtram ; & D E chartam, lateribus D I & H E inter ſe parallelis definitam, & linea tranſverſa F G diſpertitam in binas partes æquales, quarum altera D G colore cæruleo ſaturo, altera F E colore rubro ſaturo inſecta ſit. B A C *cab* repræſentat priſma, cujus facies refringentes A B *b a* & A C *c a* interjunguntur in commiſſura refringentis anguli A *a*. Hæc angulata acies A *a* ſurſum ſpectans, parallela eſt & horizonti & ſimul extremitatibus chartæ inter ſe parallelis D I & H E ; & linea tranſverſa F G plano feneſtræ perpendicularis eſt. Porro *d e* eſt chartæ imago refractione ea, quæ fit ſurſum verſus, ita repræſentata, ut pars cærulea D G altius ſublata ſit ad *d g*, quam pars rubra F E ad *f e* ; ac proinde majorem paſſa ſit refractionem. Quod ſi acies refringentis anguli deorſum converſa ſit ; jam chartæ imago deorſum refringetur, puta ad $\delta\iota$; & pars cærulea refringendo inferius demittetur ad $\delta\gamma$, quam pars rubra ad $\varphi\iota$.

EXPERIMENTUM II.

Chartæ ante memoratæ, cujus dimidiæ partes colore rubro & cæruleo ſeorſum infectæ erant, quæque papyri conglutinatæ ſpiſſitudine erat ad rigiditatem tenue ſerici nigerrimi filum ſæpius circumvolvebam ; ita ut ſingula fila in charta colorata, tanquam totidem lineæ nigræ ſuperinductæ, aut longæ tenueſque umbræ in eadem projectæ conſpicerentur. Licuerat lineas nigras calamo ducere ; ſed fila ſerica tenuiora erant, & diſtinctiori termino definita. Chartam, hoc modo coloribus inductam & lineis nigris diſtinctam, ad parietem admovi, ſituque ad horizontem perpendiculari ita collocavi, ut colorum alter ad dextram eſſet poſitus, alter ad ſiniſtram. Ante chartam, in colorum confiniis, ab inferiori parte, & parvo admodum interjecto intervallo, candelam appoſui ; quæ lumen quam clariſſimum chartæ affunderet : noctu enim capiebatur experimentum. Flamma candelæ ad inferiorem chartæ marginem altitudine pertingebat, vel paullo ſupra eam ferebatur. His ita diſpoſitis ; ex adverſo chartæ, ſex pedum & unius duarumve unciarum intervallo, erexi ſuper tabulato lentem vitream uncias $4\frac{1}{4}$ latam, quæ radios e diverſis chartæ partibus fluentes ita colligeret, ut ii ad totidem alia puncta ex altera parte, eodem ſex pedum & unius duarumve unciarum intervallo, ultra lentem convergerent ; eoque pacto chartæ coloratæ imaginem in charta alba ibi collocata depingerent ; eodem modo quo lens in feneſtræ foramine infixa, corporum foris objectorum imagines in cubiculo tenebricoſo chartæ albæ plagula exceptas depingit. Chartam iſtam albam, ſitu & ad horizontem & ad radios ſibi a lente incidentes perpendiculari erectam, ultro citroque, modo lentem verſus, modo a lente, movebam ; ut quibus in locis cærulearum ru-

bræ

brarumque chartæ coloratæ partium imagines maxime diſtinctas ſe exhiberent, invenirem. Loca iſta facile dignoſcebam ex imaginibus linearum nigrarum, quæ erant ipſa fila ſerica in chartam, ut dixi, convoluta. Etenim imagines ſubtilium iſtarum tenuiſſimarumque linearum, (quæ ſummo ſuo nigrore ad umbrarum in coloribus projectarum ſimilitudinem accedebant,) confuſæ erant, & vix diſcerni potuerunt; niſi quo tempore colores, ex utraque parte cujuſque lineæ, terminis maxime diſtinctis definiebantur. Contemplatus igitur, qua potui ſumma accuratione, quibus in locis rubrarum cærulearumque chartæ coloratæ partium imagines quam maxime diſtinctæ apparerent; obſervavi id ita ſe habere, ut quo in loco rubra chartæ pars videbatur diſtincta, eo in loco pars cærulea ſemper confuſa videretur, adeo ut lineæ nigræ ei inductæ vix diſcerni potuerint: E contrario autem, quo in loco cærulea chartæ pars maxime diſtincta videbatur, eo in loco pars rubra ſemper videretur confuſa, adeo ut lineæ nigræ ipſi inductæ jam vix diſcerni potuerint: Quodque interea duo loca, in quibus hæ duæ imagines ſeorſum diſtinctæ videbantur, ſpatii interjaceret; id ſeſqui-unciæ intervallum eſſet. Etenim quo tempore rubra chartæ coloratæ pars maxime diſtinctam ſui imaginem exhibebat; charta alba, qua hæ imagines excipiebantur, & lens, ſeſqui-unciæ intervallo longius inter ſe diſtabant, quam quo tempore partis cæruleæ imago maxime diſtincta videbatur. Cum itaque utriuſque incidentia in lentem plane eadem eſſet; color cæruleus a lente plus refringebatur, quam ruber: adeo ut ſeſqui-unciæ intervallo propius a lente, quam color ruber, convergeret; & conſequenter magis ſit refrangibilis.

ILLUSTRATIO. In ſchemate duodecimo, DE (*Fig.* 12. *Tab. II.*) exhibet chartam coloratam; DG partem ejus cæruleam; FE partem rubram; MN lentem; HI chartam albam eo in loco poſitam, ubi partis rubræ imago, una cum ſuis lineis nigris, diſtincta videbatur; & *h i* eandem chartam eo in loco poſitam, ubi partis cæruleæ imago videbatur diſtincta. Locus *h i* ſeſqui-unciæ intervallo propius, quam locus HI, a lente MN diſtabat.

SCHOLIUM. Idem erit hujuſce experimenti eventus, utcunque quædam circumſtantiæ varientur. Exempli gratia: In primo experimento, ſi priſma & charta ad horizontem quovis angulo inclinentur; & in utroque experimento, ſi lineæ coloratæ in charta nigerrima ductæ ſint; exitus experimenti nihil immutabitur. Verum enimvero, in hiſce experimentis deſcribendis eas volui adhibere circumſtantias, quibus vel ipſum phænomenon clarius atque evidentius exhiberi poſſet, vel quibus tiro rem facilius experiretur, vel tandem quibus ſolis ut ipſe uſus fuerim acciderit. Atque hoc idem ſæpius in ſequentibus experimentis deſcribendis feci: De quibus omnibus hoc in loco lectorem ſemel monuiſſe, ſatis ſit. Obſervandum eſt autem, ex hiſce experimentis non id continuo effici, ut illud omne lumen, quod e charta cærulea fluit, magis refrangibile putandum ſit, quam id omne quod fluat e rubra: utrumque enim iſtorum luminum ex radiis diverſe refrangibilibus compoſitum eſt; adeo ut in iſto rubro lumine nonnulli ſint radii nihilo minus refrangibiles quam radii in cæruleo, & in iſto cæruleo lumine nonnulli ſint radii nihilo magis refrangibiles quam radii in rubro. Sed iſtiuſmodi radii, ad totius luminis rationem, perpauci ſunt; & id efficiunt, ut experimenti ſucceſſus minuatur, nequaquam autem ut penitus impediatur. Quum enim colores ruber & cæruleus dilutiores & languidiores eſſent; imagines ante dictæ minus, quam ſeſqui-unciæ intervallo, inter ſe diſtabant: quum autem hi colores largiores & ſaturatiores eſſent; eæ imagines, uti inferius exponetur, majori intervallo inter ſe diſtabant. Atque hæc quidem ſufficiant, quæ, ad hanc propoſitionem comprobandam, in corporum naturalium coloribus capta ſint experimenta. In illis enim coloribus, qui priſmatum refractione ſeſe exhibent, veritas hujuſce propoſitionis, ex iis, quæ in ſequenti propoſitione enarranda ſunt, experimentis uberius apparebit.

Digitized by Google

PROPOSITIO II. THEOREMA II.

Lumen Solis conſtat ex radiis diverſe refrangibilibus.

Probatio ab experimentis deſumpta.

EXPERIMENTUM III.

IN cubiculo valde tenebricoſo, ad rotundum feneſtræ operculi foramen, quod erat circiter tertia unciæ parte latum, priſma vitreum admovi; quo Solis luminis radius, per id foramen in cubiculum tranſmiſſus, ſurſum verſus ad oppoſitum parietem refringeretur, ibique coloratam Solis imaginem exhiberet. Priſmatis axis (hoc eſt, linea per medium priſma ab uno extremo ad alterum, ſitu ad anguli refringentis aciem parallelo tranſiens,) erat in his & ſequentibus experimentis ad radios incidentes perpendicularis. Circa hunc axem lente converſo priſmate; lumen refractum, ſive coloratam Solis imaginem in pariete depictam, primo deſcendere, deinde aſcendere obſervabam. Inter deſcenſum & aſcenſum iſtum, cum imago conſiſtere & morari videretur, priſma cohibui, eoque in poſitu fixum retinui, ne moveretur amplius. Etenim in ea priſmatis poſitione, luminis refractiones, quæ fierent in duobus anguli refringentis lateribus, hoc eſt, ad ingreſſum & egreſſum luminis, æquales erant inter ſe. Similiter, in aliis experimentis, quotieſcunque id agerem, ut refractiones in utraque priſmatis facie inter ſe eſſent æquales; notavi locum ubi Solis imago lumine refracto depicta, inter duos contrarios motus ſuos, in communi progreſſus & regreſſus ſui confinio, conſiſtere atque morari videretur: & cum in iſtum locum incideret imago, priſma cohibui fixumque retinui. Atque in hac quidem poſitione, quippe omnium convenientiſſima, intelligendum eſt priſmata omnia in ſequentibus experimentis eſſe collocata: niſi ubi alia aliqua poſitio nominatim deſcribetur. Priſmate igitur hac in poſitione collocato; lumen refractum chartæ albæ plagula, ad perpendiculum radiis objecta, in oppoſito cubiculi pariete excepi; ſolariſque imaginis in chartam eo lumine depictæ figura atque menſuræ, quæ eſſent, adnotavi. Imago oblonga erat, non tamen ovalis, ſed duabus rectis interque ſe parallelis lineis a lateribus, & duobus ſemicirculis ab extremitatibus, terminata. A lateribus definiebatur terminis ſatis quidem diſtinctis: ab extremitatibus autem, finibus valde confuſis & minime diſtinctis; lumine iſtis in locis deficiente paulatim, & evaneſcente. Latitudo imaginis ea erat, quæ Solis diametro reſponderet; utpote uncias $2\frac{1}{8}$ complectens, incluſa penumbra. Quippe imago, intervallo octodecim pedum cum dimidio, a priſmate diſtabat: quo quidem intervallo interjecto, prædicta imaginis latitudo, (ſubducta foraminis in operculo feneſtræ diametro, hoc eſt, $\frac{1}{4}$ unciæ) ſubtendebat angulum ad priſma circiter dimidii gradus, qui eſt Solis apparens diameter. At longitudo imaginis erat unciarum circiter $10\frac{1}{4}$; laterumque rectilineorum longitudo, circiter octo unciarum; & angulus refringens priſmatis, quo imago tanta longitudine exhibita eſt, erat 64 graduum. Quum iſte angulus minor eſſet, longitudo imaginis itidem minor erat, latitudo autem eadem quæ prius. Si priſma circa axem ſuum eam in partem convertebatur, quæ efficeret ut radii e ſecunda refringente priſmatis facie obliquius, quam ante, emergerent; imago continuo unam duaſve uncias, aut plus eo, ſe in longitudinem amplius extendebat. Sin priſma in contrarias partes convertebatur, ita ut radii jam in primam refringentem faciem obliquius inciderent; imago ſtatim uncia una atque altera in brevitatem ſe contrahebat. Quocirca in hoc experimento capiendo, qua potui ſumma accuratione id mihi agendum exiſtimavi, ut ratione ſupra expoſita priſma eo in ſitu diligenter mihi collocatum foret, quo radiorum e priſmate emergentium refractiones pares eſſent refractionibus radiorum in priſma incidentium. In priſmate, quo uſus ſum, erant quidem venulæ aliquæ ſe ab una extremitate ad alteram per vitrum diffundentes; quibus radiorum nonnulli quo-

quo-

quoverſus quidem irregulariter diſpergebantur: verum in imagine colorata in longitudinem extendenda, nihil quicquam effecerunt hæ venæ. Etenim idem experimentum in aliis priſmatibus cepi; eundemque ſemper exitum habebat. Et ſpecialiter, quum priſmate uterer hujuſmodi venis perquam immuni, & cujus angulus refringens eſſet graduum $62\frac{1}{2}$ inveni longitudinem imaginis, intervallo pedum $18\frac{1}{2}$ a priſmate, eſſe unciarum $9\frac{1}{4}$ aut 10; foraminis autem in feneſtræ operculo latitudo erat, ut prius, $\frac{1}{4}$ unciæ. Porro, quoniam in priſmate apte recteque collocando proclive eſt errare; experimentum ter, quater, ſæpius repetebam; imaginiſque longitudinem ſemper eam, quam dixi, inveniebam. Quum alio priſmate, ex vitro adhuc pellucidiori politiorique, uterer; quod venis iisdem immune videretur, cujuſque angulus refringens, eſſet graduum $63\frac{1}{2}$ imaginis longitudo, eodem intervallo pedum $18\frac{1}{2}$ a priſmate, erat iterum unciarum circiter 10 aut $10\frac{1}{8}$. Ultra hos fines, ſpatio circiter $\frac{1}{4}$ aut $\frac{1}{3}$ unciæ, ab utraque imaginis extremitate, lumen e nubibus proveniens colore rubro & violaceo nonnihil tinctum videbatur; verum id coloris adeo languidum erat ac dilutum, ut a radiis quibuſdam ipſius imaginis, quos forte inæqualitates quædam vel in ipſo vitro, vel in faciebus ejus, irregulariter diſperſerint quoquoverſus, ortum id vel omnino, vel ſaltem maxima ex parte, ſuſpicatus ſim: ideoque hoſce colores, in menſurarum ſupra expoſitarum rationem, non ſum complexus. Ad hæc, varia foraminis in operculo feneſtræ magnitudo; varia priſmatis, qua parte lumen tranſmitteretur, craſſitudo; variæ inſuper priſmatis ad horizontem inclinationes; longitudinem imaginis nihil quicquam ad ſenſum immutabant. Neque vero diverſa ipſa, ex qua priſmata conſtarent, materia, quicquam immutabatur illa longitudo. Nam quum vaſe ex politis vitri lamellis in formam priſmatis, concluſa intus aqua, conglutinatis uterer; ſimilis plane erat experimenti exitus, ſecundum proportionem refractionis. Obſervandum eſt præterea, radios a priſmate ad uſque imaginem, ſemper rectis in lineis progreſſos; ac proinde, ſimul ut primum e priſmate exierant, eam omnem inter ſe inclinationem habuiſſe, unde imaginis longitudo oriebatur; hoc eſt, inclinationem quæ eſſet graduum amplius duorum cum dimidio. Et tamen, ſecundum Optices leges vulgo receptas, omnino nullo modo fieri potuit, ut hi radii tantum inter ſe inclinationis haberent. Sit enim EG (*Fig.* 1. *Tab. III.*) feneſtræ operculum; F foramen per quod Solis luminis radius in cubiculum tenebricoſum immittebatur; & ABC planities triangula animo concepta, qua priſma ea ſui parte, per quam luminis pars media permeat, tranſverſum ſecetur; vel, ſi ita potius videtur, ſit ABC ipſum priſma, extremitate ſua propiori directo ad ſpectatoris oculum obverſa; XY Sol; MN charta, qua Solis imago colorata excipiatur; & PT imago ipſa, lateribus ad *v* & *w* rectilineis interque ſe parallelis, extremitatibus autem P & T in ſemicirculos deſinentibus. Sint denique YKHP, & XLIT duo radii: quorum prior, ab inferiori parte Solis ad ſuperiorem partem imaginis proficiſcens, interjecto priſmate refringitur in punctis K & H; poſterior autem, a ſuperiori parte Solis ad inferiorem partem imaginis proficiſcens, refringitur in punctis L & I. Jam quoniam poſuimus, refractiones ex utraque parte priſmatis inter ſe eſſe æquales: hoc eſt, refractionem quæ eſt ad K, ei eſſe æqualem quæ eſt ad I; & refractionem ad L, ei æqualem quæ eſt ad H: ita ut refractiones radiorum ad K & L incidentium ſimul ſumptæ, refractionibus radiorum ad H & I emergentium ſimul ſumptis æquales ſint: ſequitur, æqualia æqualibus adjungendo, fore ut refractiones itidem ad K & H ſimul ſumptæ, æquales ſint refractionibus ad I & L ſimul ſumptis; ac proinde, ut iſti duo radii, cum ſint æque refracti, eandem inter ſe poſt, ac antequam refracti fuerint, inclinationem habere debeant; hoc eſt, inclinationem, quæ, pro Solis diametri longitudine, ſit dimidii gradus: etenim ea erat radiorum, ante refringendum, ad ſe invicem inclinatio. Itaque, his ita poſitis, longitudo imaginis PT, ex legibus Optices vulgo receptis, ſubtendere deberet angulum ad priſma, qui eſſet dimidii gradus: quæ quidem longitudo æqualis foret ipſi latitu-

dini $v\ w$; & conſequenter imago plane rotunda eſſet. Atque hæc quidem prorſus ita ſe haberent, ſi bini iſti radii X L I T, & Y K H P, reliquique omnes ex quibus imago *Pw Tv* conſtat, æque eſſent refrangibiles. Cum igitur e contrario experientia evincatur, imaginem iſtam non rotundam eſſe, ſed latitudinem ipſius circiter quinque partibus longitudine ſuperari: omnino radii, qui majori refractione ad ſuperiorem imaginis extremitatem P mittuntur, magis, quam ii qui ad inferius ejuſdem extremum T progrediuntur, refrangibiles ſint neceſſe eſt; niſi ea forte ſit refr actionis hujuſce inæqualitas, quæ caſu poſſit accidere.

Imago iſta PT ſic erat colorata, ut extremitas ipſius ea, quæ minime refringeretur, T, rubra eſſet; extremitas autem altera P, quæ maxime refringeretur, violacea; parteſque mediæ ex ordine, flavæ, virides, & cæruleæ. Quo quidem amplius firmatur id; quod erat prima propoſitione comprobandum; nempe, quæ lumina colore differant, ea itidem refrangibilitate inter ſe differre. Longitudinem imaginis in experimentis ante dictis, ab uſque extremo & languidiſſimo colore rubro ex una parte, ad extremum & languidiſſimum colorem cæruleum ex altera parte, dimenſus ſum; dempta penumbra quadam, cujus latitudo quadrantem unciæ vix ſuperabat, ut ſupra dictum eſt.

EXPERIMENTUM IV.

In radio Solis (*Tab. I. Fig. II.*) per feneſtræ operculi foramen in cubiculum tranſmiſſo, interjecto aliquot pedum a foramine intervallo, priſma in manu ea poſitione tenui, qua axis ipſius ad perpendiculum iſti radio objectus eſſet. Per priſma ita collocatum, inſpexi foramen: converſoque hac illac circa axem ſuum priſmate, ut foraminis imago vicibus aſcendere & deſcendere videretur; cum inter duos hoſce contrarios motus conſiſtere atque morari imaginem obſervarem, priſma fixum retinebam, ut refractiones ex utraque parte anguli refringentis, (quomodo in prioribus experimentis factum eſt,) inter ſe eſſent æquales. Per priſma hoc in ſitu fixum, foramen attentius inſpiciens, obſervabam longitudinem refractæ ipſius imaginis, multis partibus ſuperare latitudinem ſuam; partemque illius eam, quæ maxime refracta eſſet, violaceam videri, quæ minime, rubram; parteſque medias ex ordine, cæruleas, virides, & flavas. Idem plane eveniebat, quum per priſma e lumine Solis remotum, foramen ſplendore nubium ſolummodo illuminatum inſpicerem. Et tamen, ſi refractio ſecundum unam certam (uti vulgo exiſtimatur) ſinuum incidentiæ & refractionis proportionem regulariter efficeretur; refractam iſtam foraminis imaginem, omnino rotundam apparere oportuiſſet.

Ex his itaque duobus experimentis apparet, in ſimilibus plane incidentiis notabilem eſſe refractionum inæqualitatem. Verum unde tandem hæc oriatur inæqualitas; utrum ex eo, quod radiorum incidentium alii magis refringantur, alii minus, idque certa aliqua ac conſtanti ratione; an vero caſu hæc omnia eveniant; an ex eo denique, quod unus idemque radius refractione conturbetur, diſcutiatur, dilatetur, & diffiſſus quodammodo in multos divergentes radios diffundatur; in qua ſententia erat *Grimaldus*: Hoc quidem ex experimentis ante dictis nondum conſtat; ex iſtis autem quæ ſequuntur, ſatis apparebit.

EXPERIMENTUM V.

Cum igitur ita mecum cogitarem; ſi Solis imago, qualem in tertio ſupra experimento deſcripſi, in ſpeciem iſtam oblongam producta eſſet, vel dilatatione cujuſque radii, vel alia quavis refractionum inæqualitate, tali, quæ poſſet caſu accidere; fore neceſſario, ut eadem oblonga imago iterum refracta in latus, jam ſecunda iſta dilatatione radiorum, aut quæcunque fuiſſet fortuita illa refractionum jam in latus factarum inæqualitas, in latitudinem æque, atque ante in longitudinem, extenderetur: Cum hæc, inquam, mecum cogitarem; ſuccurrit ut experirer, quis eſſet futurus

rus

rus ſecundæ hujuſmodi refractionis effectus. Hunc itaque in finem, omnibus eodem modo atque in tertio experimento diſpoſitis, priſma alterum proxime poſt primum, ſitu tranſverſo appoſui, quod Solis luminis radium, ſibi e primo priſmate incidentem, denuo refringeret. A primo priſmate hic radius refringebatur ſurſum verſus; a ſecundo, in latus. Eventus autem experimenti is erat, ut ſecundi priſmatis refractione latitudo imaginis nihil plane augeretur; ſuperior autem ipſius pars, quæ in primo priſmate maximam paſſa eſſet refractionem, coloremque violaceum & cæruleum exhibuiſſet, eadem in ſecundo priſmate majorem iterum refractionem pateretur, quam inferior ejus pars quæ rubra atque flava viſa fuerat: hocque ſine ulla dilatatione imaginis in latitudinem.

ILLUSTRATIO. Sit S Sol; (*Fig.* 14. & 15. *Tab. III.*) F foramen in feneſtra; ABC priſma primum; DH priſma ſecundum; Y rotunda imago Solis, directo luminis radio, cum nullum interpoſitum ſit priſma, in parietem projecta; P T oblonga Solis imago, quam radius per primum ſolum priſma tranſmiſſus, antequam priſma ſecundum apponatur, exhibeat; *pt* autem imago ea, quæ tranſverſis amborum priſmatum refractionibus effecta ſit. Jam ſi radii, qui ad diverſa rotundæ imaginis Y puncta tendunt, dilatati refractione primi priſmatis ita diffunderentur, ut deinceps non in ſingulis lineis ad ſingula puncta proficiſcerentur, ſed ſinguli radii diffiſſi atque diſcuſſi, jam e radiis linearibus in totidem ſuperficies radiorum a puncto refractionis divergentium, & in eadem cum incidentiæ & refractionis angulis planitie jacentium, commutati eſſent; adeo ut in iſtis planitiebus, ad totidem lineas fere ab uno extremo imaginis PT ad alterum proteuſas, ſinguli ferrentur; eaque cauſa eſſet, quamobrem imago oblonga fiat: ſi hæc, inquam, ita ſe haberent; utique iidem radii, eorumque ſingulæ partes, ad diverſa imaginis PT puncta tendentes, iterum jam tranſverſa priſmatis ſecundi refractione dilatari deberent, atque in latus diffundi; adeo ut imaginem quadratam, qualis ad *πτ* depicta eſt, exhibituri eſſent. Quod ut melius atque facilius intelligatur; diſtingue imaginem PT in quinque æquales partes, PQK, KQRL, LRSM, MSUN, NUT. Et qua irregularitate lumen rotundum Y, refractione primi priſmatis dilatatum, producatur in imaginem oblongam PT, eadem ratione lumen PQK, quod ſpatio tum longitudine tum latitudine ſimili plane, atque ipſum Y, continetur; refractione ſecundi priſmatis dilatari debebit, & in imaginem oblongam *πqkp* produci: Lumen KQRL itidem in imaginem oblongam *kqrl*; & lumina LRSM, MSUN, NUT, in totidem alias imagines oblongas, *lrsm*, *msun*, *nutτ*, producantur oportebit: quæ quidem omnes imagines oblongæ imaginem quadratam *πτ* conficerent. Atque hæc quidem ita ſe haberent neceſſario; ſi ſinguli radii refractione dilatati in totidem triangulas radiorum a puncto refractionis divergentium ſuperficies diffunderentur. Etenim ſecunda refractione radii in unam partem æque diffunderentur neceſſe eſt, ac prima refractione erant diffuſi in alteram; eoque pacto imago refractione ſecunda in latitudinem æque dilataretur, ac priori dilatata erat in longitudinem. Hocque idem omnino accidere deberet, ſiquo caſu fortuito radiorum alii magis, alii minus, refringerentur. Verum enimvero res ipſa longe aliter ſe habet. Nam priſmatis ſecundi refractione imago PT, non latior facta eſt, ſed obliqua ſolummodo; quomodo ad *pt* depicta eſt; ſuperiori ipſius extremo P refractione longius tranſlato, quam inferiori extremo T. Itaque id luminis, quod ad imaginis ſuperius extremum P ferebatur, in ſecundo priſmate (poſitis æqualibus incidentiis) magis refringebatur, quam id quod ferebatur ad inferius extremum T: hoc eſt, radii qui erant colore cæruleo & violaceo, plus refringebantur, quam qui rubro erant & flavo; ac proinde magis refrangibiles erant. Iſtud idem lumen, refractione prioris priſmatis, longius, quam reliquum lumen, a loco Y, quo ante refringendum tendebat, translatum fuerat. Quare id tam in primo priſmate, quam in ſecundo, majorem ſubierat refractionem; & conſequenter plus, quam reliquum lumen, refrangibile erat, etiam ante quam in primum priſma incideret.

Aliquando poſt ſecundum priſma, tertium appoſui, vel etiam quartum; quibus ima-

imago ſæpius refringeretur in latus. Verum horum omnium experimentorum is unus erat exitus, ut qui radii in primo priſmate plus quam reliqui refringebantur, iidem in reliquis priſmatibus plus itidem refringerentur: idque ſine ulla imaginis dilatatione in latus. Quamobrem iſti radii, eo quod certa ac conſtanti ratione plus quam reliqui refringantur, merito appellari poſſunt *magis refrangibiles*.

Sed ut hoc experimentum quo ſpectet, clarius appareat; concipiendum eſt radios, qui ſint æque refrangibiles, eos omnes in circulum unum incidere, qui Solis globo reſpondeat. Id enim jam ante in tertio experimento probavimus. Circulum autem cum dico, non id hic ita intelligendum velim, ac ſi circulum perfectum & geometricum dicerem: ſed figuram quamlibet orbicam intelligo, cujus longitudo ac latitudo ſint inter ſe æquales, quæque ad ſenſum poſſit circulus videri. Sit igitur AG (*Fig.* 15. *Tab. III.*) circulus, quem radii maxime refrangibiles, quotquot e toto Solis globo fluunt, unum univerſi, ſi ſoli eſſent, illuminarent & in oppoſito pariete depingerent: ſimiliter EL circulus, quem univerſi radii minime refrangibiles, ſi & ipſi itidem ſoli eſſent, eodem modo illuminarent: denique BH, CI, DK, circuli quos totidem media radiorum genera ſuper parietem ordine depingerent, ſi ſuo ſingula ordine, interceptis reliquis omnibus, e Sole propagarentur. Finge porro alios innumeros circulos interjectos, quos alia innumera media radiorum genera ſuo ſingula ordine in pariete depingerent, ſi ſeorſum e Sole ſingula ordine emitterentur. Et quoniam revera hæc omnia radiorum genera e Sole ſimul emittuntur, liquebit neceſſum fore, ut ea omnia uno eodemque tempore emiſſa, innumeros circulos inter ſe æquales illuminent atque depingant; ex quibus univerſis, in ordinem continuum pro ſua cujuſque refrangibilitate collocatis, imago iſta oblonga PT, quam ante in tertio experimento deſcripſimus, compoſita ſit. Quod ſi jam ita comparata eſſet rotunda illa Solis imago Y, (*Fig.* 14. & 15. *Tab. III.*) quæ a radio luminis nondum refracto depingitur; ut vel dilatatione aliqua radiorum ſingulorum, vel alia quavis fortuita in priori priſmate refractionis inæqualitate, produceretur in oblongam illam imaginem PT: utique eadem ratione, ſinguli iſtius imaginis circuli AG, BH, CI, &c. tranſverſa ſecundi priſmatis refractione radios iterum dilatante aut quovis alio modo (ut prius) diſpergente, deberent ſimiliter protendi & in figuram oblongam immutari: quo pacto imago PT jam in latitudinem æque extenderetur, ac imago Y refractione primi priſmatis producta erat ante in longitudinem: & conſequenter refractionibus amborum priſmatum, omnino effingi deberet imago quadrata, qualem ante deſcripſi, *pπtτ*. Cum igitur e contrario, latitudo imaginis PT non augeatur refractione ea quæ fit in latus; liquet radios ea refractione non diffindi, nec dilatari, nec ulla alia ratione, quæ poſſit caſu accidere, diſpergi; ſed unumquemque circulum regulari & uniformi refractione integrum alio transferri; exempli gratia, circulum AG refractione maxima transferri ad *ag*; circulum BH, refractione minori, ad *bh*; circulum CI, refractione adhuc minori, ad *ci*; & reliquos ſimili proportione; atque hoc pacto novam imaginem *pt*, ad priorem PT aliquantum inclinatam, ex circulis ſimiliter in recta linea ordine diſpoſitis componi. Quos quidem circulos, eadem eſſe magnitudine, atque primos, neceſſe eſt; quia latitudines omnium imaginum, Y, PT & *pt*, quando æqualibus intervallis a priſmatibus diſtant, ſunt inter ſe æquales.

Obſervabam præterea, ex latitudine foraminis F, per quod lumen in cubiculum tenebricoſum tranſmittitur, penumbram oriri in circuitu imaginis Y; eamque penumbram, in rectilineis imaginum PT & *pt* lateribus, uſque manere. Collocavi igitur in iſto foramine lentem, ſive vitrum objectivum teleſcopii; quod Solis imaginem diſtincte ſine ulla penumbra in Y projiceret. Ex quo effectum eſt, ut ea etiam penumbra, quæ rectilineis imaginum oblongarum PT & *pt* lateribus adhæſerat, penitus ſublata fuerit; eaque latera tam diſtinctis terminis definita apparerent, quam ipſe primæ imaginis Y circuitus. Atque hæc quidem ita ſe habebunt, ſi vitrum, ex quo priſmata conſtant, venulis ſit immune, priſmatumque facies accurate planæ ſint, & perpolitæ, ſine raſuris iſtis undatim curvis, quæ innumeræ ex par-

vis

vis foraminibus ab arena reſtantibus, & ſtanni uſti politura detritis aliquantulum ac complanatis, oriri ſolent. Quinimo, ſi vitrum politum ſolummodo, & venalis immune, facies autem priſmatum non accurate planæ fiat, ſed, ut ſit, convexæ aliquantulum aut concavæ; nihilo tamen minus fieri poteſt, ut tres iſtæ imagines *Y*, P T, & *p t*, penumbris careant: at non in æqualibus a priſmatibus diſtantiis. Jam vero ex eo, quod nullæ penumbræ apparerent, hoc certo certius colligebam; circulorum ante dictorum unumquemque admodum regulari aliqua, uniformi, & certa ac conſtanti ratione refractum fuiſſe. Nam ſi fortuita ulla refractionis fuiſſet inæqualitas; nullo modo fieri potuiſſet, ut lineæ rectæ A E & G L, quas ſinguli imaginis P T circuli tangunt, transferrentur ea refractione in lineas *a e* & *g l*, quæ ipſæ uſque diſtinctæ & rectæ æque forent, ac fuerant priores A E & G L: ſed omnino in iſtis lineis, e loco in locum translatis, penumbra quædam aut curvatura undulata, aut alia aliqua manifeſta perturbatio, neceſſario oriretur; contra quam experientia compertum eſt. Quamcunque penumbram aut perturbationem tranſverſa priſmatis ſecundi refractio forte in circulis, ex quibus imago compoſita eſt, effecerit; ea omnis penumbra aut perturbatio, in lineis rectis *a e* & *g l*, quas iſti circuli tangunt, conſpiceretur neceſſe eſt. Quamobrem, cum in iſtis lineis rectis nulla ſit hujuſmodi penumbra aut perturbatio; utique nec in ipſis circulis ulla eſt. Cum intervallum, quo iſtæ tangentes inter ſe diſtant, hoc eſt, latitudo imaginis, refractionibus non augeatur; conſequens eſt, neque circulorum diametros auctas eſſe. Cum iſtæ tangentes adhuc lineæ rectæ ſint; utique ſinguli circuli qui a priori priſmate magis minuſve refracti fuerint, iidem accurate eadem proportione magis minuſve refracti ſunt a ſecundo. Denique cum hæc omnia adhuc eodem modo eveniant, ſi uſque tertio vel etiam quarto adjecto priſmate, radii iterum atque iterum refringantur in latus; liquet radios unius ejuſdemque circuli univerſos inter ſe homogeneos eſſe; eorumque refrangibilitatem ſemper unius modi eſſe, ſuique plane conſimilem; radios autem diverſorum circulorum, refrangibilitate inter ſe differre; idque certa aliqua ac conſtanti proportione. Quod erat mihi comprobandum.

Reſtat adhuc unum alterumve hujus experimenti adjunctum, quo id adhuc clarius certiuſque effici poſſit. Collocetur ſecundum priſma D H, (*Fig.* 16. *Tab. III.*) non proxime poſt primum, ſed interjecto aliquo intervallo; puta in medio ſpatii, quod primum priſma & parietem, quo oblonga imago P T excipiatur, interjacet: adeo ut lumen e primo priſmate incidat in ſecundum jam oblonga facta imago π τ, huic ſecundo priſmati parallela; indeque refringatur in latus, ut imaginem oblongam *p t* in pariete depingat. His enim ita diſpoſitis, invenies, ut prius, imaginem *p t* inclinatam aliquantum ad eam imaginem P T, quam primum ſolum priſma, ſublato ſecundo, exhibet: Etenim cæruleæ ipſorum extremitates P & *p* longius inter ſe diſtabunt, quam extremitates rubræ T & *t*: conſequenter, qui radii maximam in primo priſmate refractionem paſſi, ad cæruleum extremum π imaginis π τ proficiſcuntur, eoſdem iterum in ſecundo priſmate, plus quam reliquos, refractos, obſervabis.

Rem eandem iterum hoc modo expertus ſum. Per duo parva rotunda foramina F (*Fig.* 17. *Tab. IV.*) & φ in feneſtræ operculo pertuſa, lumen Solis in cubiculum tenebricoſum immiſi; appoſitiſque ad bina iſta foramina priſmatibus ſingulis A B C & α β γ inter ſe parallelis, binos luminis radios in oppoſitum cubiculi parietem ita refringendo projeci, ut binæ coloratæ imagines P T & M N in parietem depictæ, interjunctis in directum extremitatibus, in una eademque linea recta jacerent; extremo rubro T unius imaginis, & extremo cæruleo M alterius, ſe inter ſe contingentibus. Cum enim bini iſti refracti radii, adpoſito in tranſverſum tertio priſmate D H, iterum refringerentur in latus; imagineſque eo pacto in aliam partem parietis transferrentur; puta imago P T ad *p t*, & imago M N ad *m n*: hæ imagines jam alio translatæ *p t*, & *m n*, non amplius interjunctis in directum extremitatibus in una eademque, ut prius, linea recta jacebant; ſed disjunctæ erant, & inter ſe factæ parallelæ. Quippe cæruleum extremum *m* imaginis *m n*, majori refractione longius

gius

gius transferebatur e loco ſuo M T; quam rubrum extremum *t* alterius imaginis *p t*, ab eodem loco M T. Ex quo efficitur, ut hæc propoſitio nullam amplius dubitationem habeat, aut diſputandi locum. Porro idem erit experimenti exitus, ſive tertium priſma D H proxime poſt bina priora, ſive majori interjecto intervallo, collocetur; ut lux in binis prioribus priſmatibus refracta, in tertium incidat vel alba & circularis, vel colorata & oblonga.

EXPERIMENTUM VI.

Cum in duabus tabulis ligneis tenuioribus, foramina rotunda $\frac{1}{3}$ unciæ lata incidiſſem, inque feneſtræ operculo foramen feciſſem multo amplius, per quod largior Solis luminis radius in cubiculum tenebricoſum tranſmitteretur: in iſto radio, poſt feneſtræ operculum, priſma collocavi, quo lumen in parietem oppoſitum refringeretur: & proxime poſt iſtud priſma, tabularum alteram ita erectum ſtatui, ut luminis refracti pars media per foramen ipſius tranſmitteretur; reliquum autem lumen ex utraque parte foraminis interciperetur. Tum, interjecto circiter duodecim pedum intervallo, tabulam alteram ita erexi, ut pars media ejus refracti luminis, quod per tabulæ prioris foramen tranſmiſſum, in parietem oppoſitum incideret, jam per foramen hujus ſecundæ tabulæ itidem tranſmitteretur; reliquum autem lumen ex utraque parte foraminis interceptum, in hac ſecunda tabula coloratam Solis imaginem depictam exhiberet. Et proxime poſt hanc ſecundam tabulam priſma alterum collocavi, quo lumen per hujus foramen tranſmiſſum iterum refringeretur. Deinde ad feneſtram reverſus, priſmate priori circa axem ſuum lente hac illac converſo efficiebam, ut imago in tabula ſecunda depicta ſurſum deorſum ſuper ligno moveretur, quo ſingulæ ipſius partes per tabulæ iſtius foramen ex ordine tranſmiſſæ, in priſma poſterius inciderent. Quod dum fieret, notavi loca ea in oppoſito pariete, ad quæ id lumen, poſtquam in ſecundo priſmate refractum eſſet, ferretur. Et ex locorum iſtorum differentia, rem ita ſe habere comperi, ut qui radii a primo priſmate maxime refracti ad cæruleam imaginis extremitatem ferebantur, iidem iterum a ſecundo priſmate plus, quam id luminis quod ad rubram ejuſdem imaginis extremitatem ferretur, refringerentur. Qua quidem obſervatione tam prima propoſitio, quam ſecunda, comprobatur. Hocque idem contigit, ſive axes duorum priſmatum inter ſe eſſent paralleli, ſive tum ad ſe invicem tum ad horizontem quovis dato angulo inclinarentur.

ILLUSTRATIO. Sit F (*Fig.* 18. *Tab. IV.*) foramen majuſculum in feneſtræ operculo, per quod Solis lumen tranſmittatur ad primum priſma A B C: incidatque refractum lumen in mediam partem tabulæ D E; iſtiuſque luminis pars media, in foramen G. Lumen per id foramen tranſmiſſum, incidat deinceps in mediam partem ſecundæ tabulæ *d e*, ibique oblongam coloratam Solis imaginem talem, qualem in tertio ſupra experimento deſcripſimus, depingat. Iſta imago, converſo lente hac illac circa axem ſuum priſmate A B C, movebitur ſurſum deorſum in tabula *d e*; eoque pacto fieri poterit, ut ſingulæ ipſius partes per tabulæ illius ſecundæ foramen *g* ordine tranſmittantur. Interea aliud priſma *a b c* poſt iſtud foramen *g* collocandum eſt; quo lumen per id foramen tranſmiſſum, denuo refringatur. His ita diſpoſitis, notavi in oppoſito pariete loca M & N, in quæ lumen refractum incideret: eaque obſervatione rem ita ſe habere comperi, ut dum binæ tabulæ & priſma ſecundum fixa immotaque manerent, iſta loca, converſo circa axem ſuum primo priſmate, aſſiduo mutarentur. Etenim cum pars inferior ejus luminis, quod in ſecundam tabulam *d e* incidebat, tranſmitteretur per foramen *g*; pergebat ea ad inferiorem in pariete locum M: cum autem ſuperior pars ejuſdem luminis, per foramen *g* tranſmitteretur; pergebat ea ad ſuperiorem in pariete locum N: cumque media aliqua pars ejuſdem luminis per idem foramen tranſmitteretur; pergebat ea ad locum aliquem in pariete medium inter M & N. Quoniam foraminum in tabulis poſitio nihil mutabatur; utique radiorum in ſecundum priſma incidentia, in hiſce omnibus caſibus, una atque eadem

fuit

Digitized by Google

fuit. Attamen una eademque cum eſſet omnium incidentia; alii radiorum magis refringebantur, alii minus. Quique in priori priſmate majori refractione longius e via detorti fuerant; iidem in hoc ſecundo priſmate iterum magis refracti ſunt: Ac proinde, quum certa ac conſtanti ratione plus, quam reliqui, refringantur; merito appellari poſſunt *magis refrangibiles*.

EXPERIMENTUM VII.

Ad bina foramina in feneſtræ operculo, parvo intervallo inter ſe diſtantia, priſmata ſingula appoſui; quibus duæ oblongæ & coloratæ Solis imagines in oppoſito pariete (quomodo in tertio ſupra experimento factum eſt) depingerentur. Tum ante parietem, parvo ſpatio interjecto, chartam longam & exilem, lateribus rectis interque ſe parallelis, collocavi: & tum priſmata tum chartam ita diſpoſui, ut color ruber unius imaginis directo in unam partem dimidiam chartæ incideret, & color violaceus alterius imaginis directo in alteram partem dimidiam ejuſdem chartæ: adeo ut charta iſta bicolor videretur, rubra & violacea; ſimili fere ratione, ac charta illa in experimentis primo & ſecundo, quam colore rubro atque indico infeceram. Deinde, parietem, qui poſt chartam erat, panno nigerrimo obtexi; nequid luminis inde reflecteretur, quo experimentum poſſet interturbari. Quibus ita diſpoſitis; chartam per tertium priſma ipſi parallelum inſpiciens, obſervabam dimidiam ipſius partem eam, quæ erat lumine violaceo illuſtrata, abruptam majori refractione, & quaſi reliqua charta abſciſſam videri; præſertim cum eam e longinquo inſpicerem. Cum enim nimis e propinquo inſpiciebam; chartæ dimidia non jam penitus inter ſe disjuncta videbantur, ſed angulo uno cohærentia; ut faciebat charta bicolor in primo experimento. Quod idem tum quoque accidebat, cum forte charta uterer nimium lata.

Interdum, chartæ loco, filo albo uſus ſum: idque, cum per priſma inſpiceretur, in duo fila inter ſe parallela diviſum videbatur: quomodo in ſchemate XIX. depictum eſt; ubi D G (*Fig.* 19. *Tab. IV.*) repræſentat filum illuminatum lumine violaceo a D ad E, & lumine rubro ab F ad G; *d e* autem, & *f g*, ſunt fili dimidia per priſma refractione inſpecta. Si alterum fili dimidium colore rubro perpetuo illuminetur, alterum autem coloribus omnibus ex ordine: (quod facile fieri poteſt, efficiendo ut, priſmatum altero manente immoto, alterum circa axem ſuum convertatur:) jam filum per priſma ita ſe inſpiciendum exhibebit, ut dimidium ipſius id, quod erat omnibus ex ordine coloribus illuminandum, quum colore rubro illuminatum ſit, in eadem linea recta cum altero ejuſdem dimidio, eique in directum appoſitum videatur; quum autem colore aureo illuminatum ſit, tum ſeparari aliquantillum; quum colore flavo illuminatum ſit, ſeparari paulo longius; quum colore viridi, adhuc longius; quum cæruleo, adhuc longius; quum indico, etiam adhuc longius; quum violaceo ſaturo, longiſſime omnium. Ex quo clariſſime apparet, lumina variorum colorum varia eſſe refrangibilitate: idque eo ordine, ut color ruber omnium minime refrangibilis ſit, reliqui autem colores, aureus, flavus, viridis, cæruleus, indicus, violaceus, gradatim & ex ordine magis magiſque refrangibiles. Quo quidem tam prima propoſitio, quam ſecunda, comprobatur.

Porro, coloratas imagines P T, & M N. (*Fig.* 17. *Tab. IV.*) refractionibus binorum priſmatum in cubiculo tenebricoſo depictas, ita diſpoſui, ut interjunctis extremitatibus, quomodo in quinto ſupra experimento expoſitum eſt, in directum in eadem linea recta jacerent: tumque eas per tertium priſma longitudini ipſarum parallelum inſpiciens, obſervabam eas non jam amplius in linea recta inter ſe continentes, ſed plane diſruptas videri; quomodo ad *p t*, & *m n* depictæ ſunt: Quippe violaceum extremum *m* imaginis *m n*, majori refractione longius e loco ſuo priori M T tranſlatum eſt, quam rubrum extremum *t* alterius imaginis *p t*.

Alio tempore, duas iſtas imagines P T (*Fig.* 20. *Tab. IV.*) & M N ita diſpoſui, ut, rubro utriuſque extremo in alterius extremum cæruleum incidente, contrario co-

Digitized by Google

lorum ſuorum ordine in unum ambæ conjungerentur ; quomodo in oblonga figura P T M N depictæ ſunt . Tumque eas per priſma D H longitudini ipſarum parallelum inſpiciens , obſervabam eas non jam amplius in unum conjunctas, ut cum nudis oculis aſpicerentur, videri ; ſed tanquam duas inter ſe diverſas imagines *p t* & *m n*, in formam crucis decuſſatæ tranſverſas jacere. Ex quo apparet colorem rubrum unius imaginis & violaceum alterius, qui ad P N & M T in unum conjuncti fuerant, diſtractos jam majori refractione coloris violacei ad *p* & *m* quam rubri ad *n* & *t* , differre inter ſe refrangibilitate.

Illuminabam etiam parvum circulum chartaceum album , luminibus amborum priſmatum intermixtis. Cumque is colore rubro unius imaginis, & violaceo alterius, ita eſſet illuminatus , ut ex colorum iſtorum admixtione totus purpureus videretur ; inſpiciebam eum per tertium priſma , primum parvo , dein majori intervallo interjecto. Et pro eo, ut a charta longius diſcedebam, imago ipſius per priſma inſpecta, inæquali duorum colorum intermixtorum refractione paulatim diſtrahebatur ; tandemque in duas diſtinctas imagines plane diviſa eſt, alteram rubram, violaceam alteram, quarum ea, quæ erat violacea , longius , quam rubra , ab ipſa charta diſtabat ; & conſequenter majorem paſſa fuerat refractionem . Cum porro priſmatum in feneſtra poſitorum illud, quo lumen violaceum in chartam projectum fuerat, ſublatum eſſet : imago violacea e conſpectu ſe continuo ſubripuit : e contrario , cum alterum priſma ſublatum eſſet , imago rubra evanuit . Ex quo apparet duas haſce imagines nihil aliud fuiſſe , quam lumina binorum priſmatum ſuper chartam purpuream primo intermixta , deinde autem inæqualibus ſuis refractionibus in tertio priſmate , per quod charta inſpiceretur , iterum ſeparata . Illud etiam notatu erat digniſſimum : ſi priſmatum, quæ erant ad feneſtram , alterutrum , puta id quo lumen violaceum in chartam projectum erat, ita circa axem ſuum converteretur, ut colores ſinguli, violaceus, indicus , cæruleus , viridis , flavus , aureus & ruber, ab iſto priſmate in chartam ex ordine projicerentur ; imago violacea colorem ſuum congruenter immutabat, ſeque in colorem indicum, cæruleum, viridem, flavum & rubrum , ordine convertebat ; & pro eo ut colorem ſuum mutabat , appropinquabat paulatim ad imaginem rubram ab altero priſmate projectam ; donec, quum ipſa tandem rubra itidem evaderet , ambæ in unum plane conjungebantur.

Adhæc, duos circulos chartaceos , parvo admodum intervallo inter ſe diſtantes , ita collocavi, ut in unum eorum, lumen ex uno priſmate rubrum ; & in alterum , lumen ex altero priſmate cæruleum , incideret . Circuli iſti, diametro uncias ſingulas continebant: & poſt eos, paries nigro panno obtectus erat; ne quid luminis inde reflecteretur , quo experimentum poſſet interturbari . Circulos hoc modo illuminatos per priſma inſpexi ita collocatum , ut refractio fieret verſus eam partem , ubi circulus ruber eſſet poſitus. Et pedetentim retrocedens, circulos iſtos pro eo, ac ipſe gradum referrem, ad ſe invicem paulatim appropinquare , tandemque in unum plane coire videbam : cumque deinceps adhuc longius recederem , illi in partes contrarias, ac prius, diſtrahebantur; quippe circulus violaceus majori refractione rubrum prætervectus, etiam ulterius ferebatur.

EXPERIMENTUM VIII.

Tempore æſtivo, cum lumen Solis fortiſſimum eſſe ſolet , priſma ad feneſtræ operculi foramen , ſicuti in tertio ante experimento feceram , collocavi ; ita tamen , ut axis priſmatis parallelus eſſet axi terræ : & ad oppoſitum parietem , in refracto Solis lumine, librum apertum ſtatui. Tum intervallo ſex pedum duarumque unciarum a libro, lentem ſupra memoratam erexi ; qua lumen a libro reflexum , ſimili iterum ſex pedum duarumque unciarum intervallo ultra lentem in unum colligeretur; ibique libri imaginem in chartæ albæ plagula ſic, quomodo fere in ſecundo ſupra experimento factum eſt, depingeret. Quibus ita diſpoſitis ; lenteque ac libro, ne loco moverentur, fixis; notavi accurate quo in loco chartæ albæ plagula tum eſſet

poſi-

poſita, cum literæ in libro impreſſæ, rubro intenſiſſimo ſolaris imaginis in librum incidentis lumine illuſtratæ, ſui imagines in charta iſta quam diſtinctiſſime depictas exhiberent. Deinde expectans, donec motu Solis, & conſequenter motu imaginis libro exceptæ, colores omnes a rubro illo ad uſque medium cæruleum ſuper literas eaſdem tranſirent: cum literas iſtas colore cæruleo viderem illuminatas, notavi iterum quo in loco charta alba jam poſita eſſet, quum literæ cæruleo lumine illuſtratæ, ſui imagines in eadem quam diſtinctiſſimas depingerent: inveniqne chartam jam unciarum circiter $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{1}{4}$ intervallo, propius, quam ante, a lente abeſſe. Quare eo intervallo, quod eſt unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{1}{4}$, lumen id, quod erat violaceum imaginis extremum, citius propter majorem refractionem, quam id quod erat rubrum ejuſdem extremum, coactum & in unum collectum eſt. Verum in hoc experimento capiendo, id præcipue mihi agendum duxi, ut cubiculum, quam poſſet maxime, tenebricoſum eſſet factum. Si enim adventitii ullius luminis admixtione, colores iſti languidiores dilutioreſque fiant; jam minori intervallo inter ſe diſtabunt foci ante dicti. In ſecundo experimento, ubi colores ii adhibebantur, qui erant corporum naturalium; horum focorum intervallum, propter colorum iſtorum imperfectionem, ſeſqui-unciam non excedebat. In hocce autem experimento, ubi colores priſmatis adhibebam, qui manifeſto largiores, clariores, & ſaturatiores ſunt, quam colores corporum naturalium; id intervallum erat unciarum $2\frac{3}{4}$. Quod ſi adhuc largiores vividioreſque colores adhiberi poſſent; nihil dubito, quin id intervallum multo adhuc majus eſſet futurum. Etenim coloratum priſmatis lumen, cum propter circulorum ſupra in ſecundo experimenti quinti ſchemate deſcriptorum permixtionem, tum propter luminis nubium prope Solem clariorum ſe plerumque intrudentis acceſſionem, radioſque inſuper fortuitis facierum priſmatis inæqualitatibus undique diſperſos & coloribus ſeſe intermiſcentes; propter has, inquam, cauſas, coloratum priſmatis lumen adeo erat compoſitum, ut colorum iſtorum fuſcorum nubilorumque, indici & violacei, imagines in charta depictæ, debiliores minuſque diſtinctæ fuerint, quam ut ſatis accurate obſervari poſſent.

EXPERIMENTUM IX.

Priſma, cujus bini anguli ad baſim æquales inter ſe ſemirectique eſſent, tertius autem rectus; collocavi in Solis luminis radio per feneſtræ operculi foramen, ſicuti in tertio ſupra experimento dictum eſt, in cubiculum tenebricoſum tranſmiſſo. Converſoque lente circa axem ſuum priſmate, donec id omne lumen, quod initio per alterum angulorum ejus tranſmiſſum in eoque refractum fuerat, mox a baſi, qua uſque adhuc e vitro exierat, reflecti cœperit; obſervabam radios, qui maxime refracti fuiſſent, eoſdem citius quam reliquos reflecti. Quocirca mecum ita reputabam; radiorum reflexi luminis, qui maxime eſſent refrangibiles, eos omnium primos totali reflexione copioſiores in iſto lumine quam reliquos adeſſe; reliquos autem deinceps, totali itidem reflexione, æque, ac hos, copioſos reflecti. Ut hoc, utrum ita ſe haberet, necne, experirer; lumen reflexum per aliud deinceps priſma ita trajeci, ut in eo refractum, incideret deinde in chartæ albæ plagulam poſt id priſma interjecto aliquo intervallo collocatam; ibique, ut ſolet, colores refractione depingeret. Tum converſo circa axem ſuum, uti ſupra dictum eſt, priori priſmate; rem ita ſe habere comperi, ut cum radii illi, qui in iſto priori priſmate maxime refracti fuiſſent, cæruleique & violacei viſi eſſent, ex toto reflecti cœperint; lumen ſuper charta cæruleum & violaceum, quod itidem in ſecundo priſmate maxime refractum fuerat, manifeſto plus augeri videretur, quam rubrum & flavum quod minus refractum fuerat: & deinde, cum reliquum lumen quod erat viride, flavum, & rubrum, cœperit in primo priſmate in totum reflecti; lumen itidem eorundem colorum ſuper charta, acceſſionem ſibi faceret non minorem, quam ante ſibi feciſſent cæruleum & violaceum. Ex quo apparet, radium iſtum luminis, baſi priſmatis re-

C 2 fle-

flexum ; quum primo radiorum maxime refrangibilium , & deinde eorum qui fuerint minus refrangibiles , acceſſione auctus ſit ; utique compoſitum eſſe ex radiis diverſe refrangibilibus. Tale autem omne reflexum lumen, quin ejuſdem plane naturæ ſit ac id quod directo e Sole fluxerat antequam in baſin priſmatis incideret , nemo eſt qui dubitet : quippe in hoc fere omnes conveniunt , lumen iſtiuſmodi reflexionibus nullam omnino modificationum ſuarum proprietatumve ſubire mutationem. Refractionum , quæ in faciebus prioris priſmatis fieri potuiſſent , nullam hic mentionem habeo ; quia radii in priorem faciem ad perpendiculum ingreſſi , & ad perpendiculum itidem egreſſi e ſecunda, non fuerunt refracti. Cum igitur Solis lumen incidens, ejuſdem plane generis ejuſdemque naturæ ſit, ac lumen e priſmate poſt reflexionem emergens ; lumenque emergens , e radiis diverſe refrangibilibus manifeſto compoſitum ſit; utique efficitur, ut lumen incidens ſimiliter compoſitum fuerit.

ILLUSTRATIO. In ſchemate XXI. (*Tab. IV.*) A B C eſt primum priſma ; B C ejus baſis ; B & C anguli ad baſim inter ſe æquales, graduum quadragenum quinum ; A rectangulus ejuſdem vertex ; F M radius ſolis , per foramen F tertia unciæ parte latum, in cubiculum tenebricoſum tranſmiſſus ; M punctum incidentiæ ipſius in baſim priſmatis ; M G radius minus refractus ; M H radius magis refractus ; M N radius luminis a baſi reflexus ; V X Y alterum priſma , quo lumen inter tranſeundum refringitur ; N *t* luminis hujuſce pars minus refracta ; & N *p* ejuſdem pars magis refracta. Quum primum priſma A B C convertitur circa axem ſuum eam in partem, quam denotat ordo literarum A B C ; radii M H magis magiſque oblique ex iſto priſmate emergunt , donec , poſtquam ſumma obliquitate emerſerunt, reflectuntur tandem ad N ; indeque ad *p* pergentes, adjungunt ſe ad radios N *p*. Deinde, continuando priſmatis primi motum , radii M G itidem reflectuntur ad N ; & acceſſionem adferunt ad radios N *t*. Quare lumen M N recipit in ſui compoſitionem , primo radios maxime refrangibiles , deinde eos etiam qui ſint minus refrangibiles. Nihilo tamen minus, poſtquam ita compoſitum ſit, adhuc ejuſdem plane naturæ eſt ac directa Solis lux F M ; quippe in qua reflexio baſis ſpecularis B C nullam effecerit mutationem.

EXPERIMENTUM X.

Bina priſmata , forma atque magnitudine conſimilia, ita colligavi, ut, axibus lateribuſque inter ſe ex oppoſito parallelis , parallelopipedon conficerent . Id parallelopipedon , in radio Solis per parvum feneſtræ operculi foramen in cubiculum tenebricoſum tranſmiſſo, interjecto aliquo intervallo, ea poſitione collocavi , qua priſmatum axes radiis incidentibus objecti eſſent ad perpendiculum ; radiique incidentes in primam faciem unius priſmatis , & tranſmiſſi per binas contiguas facies amborum priſmatum , emergerent tandem ex ultima facie poſterioris priſmatis . Hæc ultima facies , cum parallela eſſet primæ faciei prioris priſmatis , effecit ut lumen emergens atque incidens inter ſe eſſent parallela . Tum, poſt bina iſta priſmata , tertium collocavi ; quo lumen e prioribus emergens refringeretur; eaque demum refractione colores, uti fieri ſolet , in oppoſito pariete , vel in chartæ albæ plagula modico ultra id priſma intervallo ad excipiendum lumen refractum collocata, depingerentur . His ita diſpoſitis , Parallelopipedon lente circa axem ſuum convertebam . Cumque contiguæ binorum priſmatum facies, radios ſibi incidentes jam adeo oblique exciperent, ut radii iſti in totum reflecti cœperint : radii , qui in tertio priſmate maxime refracti fuerant, chartamque colore violaceo & cæruleo infecerant , iidem jam omnium primi reflexione totali e lumine tranſmiſſo tollebantur : dum reliqui adhuc tranſmitterentur , coloreſque, ut antea, viridem, flavum, aureum, & rubrum , in charta depictos exhiberent; Poſtea autem , continuato binorum priſmatum inter ſe colligatorum motu , reliqui itidem radii reflexione totali , pro ſua cujuſque refrangibilitate, ordine tollebantur . Itaque lumen , quod e binis priſmatibus emerſit , compoſitum erat ex radiis diverſe refrangibilibus : quippe e quo radii magis refrangibiles , ma-

nentibus adhuc iis qui minus refrangibiles ſint, tolli potuerint. Jam vero id lumen, cum per parallelas ſolummodo binorum priſmatum facies trajectum fuerit; ſiquam ex unius ſuperficiei refractione mutationem id ſubiiſſe fingas; at illam omnem quæcunque eſt impreſſionem, jam ex contraria alterius ſuperficiei refractione depoſuerit oportet; eoque pacto in priſtinum ſuum ſtatum reſtitutum eſſe neceſſe eſt; ejuſdemque omnino naturæ, ac antequam in iſta priſmata incideret, jam eſſe factum. Sequitur igitur, id lumen, etiam antea, æque ac poſt, quam in priſmata incideret, ex radiis diverſe refrangibilibus compoſitum fuiſſe.

ILLUSTRATIO. In Schemate XXII (*Tab. IV.*) ABC & BCD ſunt bina priſmata, in parallelopipedi formam colligata; lateribus BC & CB contiguis; lateribus autem AB & CD inter ſe parallelis. Et HIK eſt tertium priſma, quo Solis lumen, in cubiculum tenebricoſum per foramen F immiſſum, & deinceps per binorum priſmatum facies AB, BC, CB, & CD trajectum, refringitur, demum in O ad chartam albam PT, ſuper qua partim ad P majori refractione, partim ad T minori refractione, & partim ad R aliaque media loca refractionibus intermediis fertur. Jam convertendo parallelopipedon ACBD circa axem ſuum eam in partem, quam denotat ordo literarum A, C, D, B: efficietur ut, quum facies contiguæ BC & CB, radios FM, ſibi in M incidentes ſatis jam oblique excipiant, evaneſcant continuo e lumine refracto OPT, primo radii maxime refracti OP, (reliquis OR & OT adhuc, ut prius, manentibus;) deinde radii OR reliquique mediocriter refracti, & poſtremo radii minime omnium refracti OT. Etenim cum facies BC radios ſibi incidentes ſatis jam oblique excipiat; radii iſti inde ex toto reflecti incipient ad N; idque ea lege, ut radii maxime refrangibiles omnium primi in totum reflectantur, (quomodo in ſuperiori ante experimento expoſitum eſt,) & conſequenter primi ad P evaneſcant neceſſe ſit; reliqui autem, quo ordine in totum reflectuntur ad N, eodem ordine ad R & T evaneſcant. Itaque radii qui in priſmate O maxime refringuntur, tolli poſſunt e lumine MO, dum reliqui adhuc ſuperſunt: ac proinde id lumen MO compoſitum eſt ex radiis diverſe refrangibilibus. Et quoniam facies AB & CD inter ſe parallelæ ſunt; & conſequenter æqualibus & contrariis in partes factis refractionibus ſuos ipſarum invicem effectus, quicunque ii fuerint, deſtruant retexantque neceſſe eſt: utique lumen incidens FM neceſſario ejuſdem generis ejuſdemque naturæ erit, ac lumen emergens MO; & proinde ipſum itidem ex radiis compoſitum erit diverſe refrangibilibus. Duo iſta lumina FM & MO, antequam radii maxime refrangibiles e lumine emergente MO ſeparentur, tum colore tum reliquis omnibus, quantum ego quidem obſervare potuerim, proprietatibus inter ſe plane conveniunt. Merito igitur ejuſdem eſſe generis ejuſdemque naturæ exiſtimentur: & proinde ambo conſimili ratione ſunt compoſita. Verum ſimul ac primum radii maxime refrangibiles ex toto reflecti cœperint, eoque pacto a lumine emergente MO ſeparari; id lumen continuo colorem ſuum immutat; albumque cum eſſet, jam dilutius fit primo & ſubflavum, deinde aureum, poſtea rubrum ſaturarius, & poſtremo penitus evaneſcit. Nam poſtquam radii maxime refrangibiles, qui chartam ad P colore purpureo infecerant, e lumine MO totali reflexione ſublati ſunt; reliqui colores ſuper charta ad R & T, permixti in lumine MO, conficiunt jam in iſto radio colorem ſubflavum. Cum porro radii cærulei & ex parte etiam virides, qui ſuper charta inter P & R viſi fuerant, ſublati ſunt; reliqui inter R & T (hoc eſt, flavi, aurei, rubri, & viridium nonnulli,) permixti in lumine MO, conficiunt jam in iſto radio colorem aureum. Cum denique, reliquis omnibus reflexione e lumine MO ſublatis, radii minime refrangibiles, qui ad T colore rubro ſaturatiori apparuerant, ſoli ſuperſunt; horum radiorum jam idem plane color eſt in lumine MO, qui fuerat eorundem ſuper charta in T: quippe refractio priſmatis HIK id ſolummodo effecerit, ut radii diverſe refrangibiles a ſe invicem ſepararentur, nequaquam autem ut colores ipſorum ullo modo mutarentur, id quod infra uberius comprobabitur. Quibus omnibus obſervationibus tam prima propoſitio, quam ſecunda, confirmatur.

SCHOLIUM. Si hoc & ſuperius experimentum in unum conjungantur, adhi-

hibendo quartum priſma VXY, (*Fig.* 22. *Tab. IV.*) quo radius reflexus MN refringatur ad *tp*; clarius adhuc ſequetur id, quod erat inferendum. Etenim hoc pacto id luminis N*p*, quod in quarto priſmate plus quam reliquum lumen refringitur, clarius & illuſtrius tum efficietur, cum lumen OP, quod in tertio priſmate HIK itidem maxime refractum eſt, evaneſcet ad P. Poſtea autem, cum lumen minus refractum OT evaneſcet ad T, lumen minus refractum N*t* ſimiliter augebitur; dum lumini magis refracto, quod eſt ad *p*, nulla amplius adferatur acceſſio. Et ſicut radius trajectus MO inter evaneſcendum ſemper eum colorem habet, qui ex colorum in chartam PT incidentium permixtione oriri debeat: ita radius reflexus MN ſemper eum colorem habebit, qui oriri debeat ex illorum colorum permixtione, qui incidant in chartam *pt*. Quando enim radii maxime refrangibiles e lumine trajecto MO totali reflexione ſublati ſunt, indeque illud lumen coloris aurei evadit: nimia radiorum iſtorum exinde in lumine reflexo admixta proportio efficit, non modo ut colores violaceus, indicus, & cæruleus, qui ſunt ad *p*, denſiores clarioreſque fiant; verum etiam ut radius MN, amiſſo colore illo ſubflavo, qui eſt Solis luminis color, alborem jam induat ad cæruleum accedentem: Qui tamen idem radius ſubflavum ſuum colorem iterum recuperet, ſimul ut reliquum luminis tranſmiſſi MOT itidem reflectatur.

Quoniam igitur in hac tanta experimentorum varietate: ſive lumen adhibeatur reflexum; idque vel a corporibus naturalibus, ut in experimentis primo & ſecundo; vel ſpecularibus, ut in nono: ſive lumen adhibeatur refractum; idque vel antequam radii inæqualiter refracti divergendo a ſe invicem ſeparentur, amiſſaque ea qua erant univerſi albitudine, ſuum jam ſinguli colorem exhibeant, ut in quinto experimento; vel poſtquam a ſe invicem ſeparati ſunt coloratique videntur, ut in ſexto, ſeptimo, & octavo: ſive lumen adhibeatur trajectum per ſuperficies inter ſe parallelas, quæ ſuos ipſarum effectus, quicunque ii ſint, invicem retexant, ut in experimento decimo: Quoniam, inquam, in hiſce omnibus experimentis, ſemper inveniuntur radii, qui in iiſdem incidentiis ſuper unum idemque medium inæqualiter refringantur; idque ſine ulla diffiſſione aut dilatatione radiorum ſingulorum, ullave refractionum inæqualitate tali, quæ poſſit caſu accidere, ut in experimentis quinto & ſexto probavimus: Et quoniam radii, qui inter ſe refrangibilitate differunt, ſecerni invicem & ſegregari poſſunt; idque vel refractione, ut in tertio experimento; vel reflexione, ut in decimo; tumque varia ſeorſum radiorum genera, iiſdem poſitis incidentiis, inæqualiter refringuntur; quique ante ſeparandum plus cæteris refringebantur radii, iidem plus etiam poſtea refringuntur, ut in ſexto & ſequentibus experimentis; &, ſi Solis lumen per tria plurave priſmata ſibi invicem in tranſverſum poſita ex ordine refringatur, qui radii in primo priſmate plus quam reliqui refracti fuerint, iidem in cæteris quoque omnibus priſmatibus conſimili proportione plus quam reliqui iterum refringentur; ut ex quinto experimento liquet: Ex his, inquam, omnibus abunde apparet, Solis lumen heterogeneam eſſe radiorum mixturam, quorum alii magis, alii minus refrangibiles ſint; idque certa aliqua ac conſtanti ratione. Quod erat mihi comprobandum.

PROPOSITIO III. THEOREMA III.

Lumen Solis conſtat ex radiis, qui reflexibilitate inter ſe differunt: & qui radii magis refrangibiles ſunt, iidem quoque ſunt magis reflexibiles.

Liquet hoc ex nono decimoque experimentis. In nono enim experimento, cum priſma circa axem ſuum uſque eo converſum eſſet, donec radii intra priſma, qui in tranſeundo e priſmate in aerem adhuc a baſi ejus refracti fuiſſent, jam in iſtam baſim adeo oblique inciderent, ut in totum inde reflecti cœperint; ii radii omnium primi in totum reflectebantur, qui ante, iiſdem poſitis omnium incidentiis, ma-

maxime fuerant refracti. Hocque idem accidit in reflexione radiorum a communi binorum priſmatum baſi, in decimo ſupra experimento memorata.

PROPOSITIO IV. PROBLEMA I.

Separare a ſe invicem heterogeneos luminis compoſiti radios.

RAdii heterogenei a ſe invicem quadantenus ſeparati ſunt refractione priſmatis in tertio experimento: & in quinto experimento, auferendo penumbram a rectilineis coloratæ imaginis lateribus, ea ſeparatio, in iſtis ipſis rectilineis lateribus ſive marginibus imaginis, perfecta fit. Verum in omni parte imaginis inter iſta rectilinea latera, innumeri illi circuli in quinto ſupra experimento deſcripti, quorum ſinguli ſingulis radiorum generibus illuminati ſunt, ſe inter ſe omni ex parte commiſcendo efficiunt, ut lumen ſatis admodum compoſitum ſit. Quod ſi jam circulorum illorum diametri, centrorum ſitu atque intervallis nihil mutatis, diminui poſſent; utique permixtio ipſorum inter ſe, & conſequenter radiorum heterogeneorum mixtura, conſimili proportione diminueretur. Sint enim, in ſchemate XXIII. (*Tab. V.*) AG, BH, CI, DK, EL, & FM, circuli, quos totidem radiorum genera ex uno eodemque Solis globo fluentia, uti in tertio ſupra experimento dictum eſt, ſingula ſingulos illuminant: ex quibus omnibus, aliiſque innumeris intermediis ordine continuo inter duo rectilinea & parallela oblongæ Solis imaginis PT latera diſpoſitis circulis, imago iſta, quomodo in quinto ſupra experimento expoſuimus, compoſita eſt. Sintque *ag*, *bh*, *ci*, *dk*, *el*, & *fm*, totidem minores circuli, ordine conſimili inter duas parallelas lineas rectas *af* & *gm* diſpoſiti; ſimilibus centrorum ſuorum intervallis; ſimilibuſque, ac majores circuli, radiorum generibus illuminati: hoc eſt, ſit circulus *ag* eodem genere radiorum, ac circulus AG ſibi ordine reſpondens, illuminatus; item circulus *bh* eodem genere radiorum, ac circulus BH; & ſimiliter ſinguli circuli *ci*, *dk*, *el*, & *fm* comparate, iiſdem generibus radiorum, ac circuli CI, DK, EL, & FM. Jam in ſchemate PT ex circulis majoribus conſtante, terni iſtorum circulorum, AG, BH, CI, adeo in ſe invicem diffuſi permiſcentur, ut tria radiorum genera quibus circuli iſti illuminati ſunt, una cum aliis innumeris radiorum intermediorum generibus, inter ſe ad QR in medio circuli BH penitus commixta ſint: & conſimilis fere per totam ſchematis PT longitudinem invenitur permixtio radiorum. Atqui in ſchemate *pt* ex circulis minoribus conſtante, terni minores circuli *ag*, *bh*, *ci*, ternis illis majoribus ordine reſpondentes, non in ſe invicem diffunduntur; neque ulla ſui parte in ſe commixta habent ne bina quidem ex tribus illis radiorum generibus, quibus hi circuli illuminantur, quæque in altero ſchemate PT inter ſe omnia penitus intermixta ſunt ad BH.

Qui igitur rem hoc modo conſideraverit, is facile intelliget, radiorum permixtionem eadem proportione diminui, ac diametros circulorum. Si, eiſdem manentibus centrorum intervallis, diametri circulorum tribus tantis minores fiant, quam fuerant antea; permixtio radiorum itidem tribus tantis minor fiet: Si circulorum diametri decies tanto minores fiant; radiorum permixtio itidem decies tanto minor evadet: & ſimiliter in alia omni proportione. Hoc eſt, mixtura radiorum in majori ſchemate PT, ad mixturam eorum in minori *pt*, eam proportionem habebit, quam habet latitudo majoris ſchematis ad latitudinem minoris. Etenim latitudines horum ſchematum æquales ſunt diametris circulorum. Ex quo facile conſequens eſt, permixtionem radiorum in refracta imagine *pt*, ad permixtionem radiorum in directo & integro Solis lumine, eam proportionem habere, quam habet latitudo iſtius imaginis ad differentiam longitudinis & latitudinis ſuæ.

Quare, ut radiorum permixtionem diminuere poſſimus, diminuendæ ſunt diametri circulorum. Hoc autem ita facere poterimus, ſi Solis diameter, cui iſti circuli reſpondent, minor reddi queat: vel (quod eodem recidit) ſi foris inter priſma & Solem,

lem, magno interjecto intervallo, aliquod opacum corpus ita ſit collocatum, ut, intercepto reliquo omni Solis lumine, id duntaxat luminis, quod e medio Solis globo fluit, per parvum rotundum foramen in iſto opaco corpore tranſmittatur ad priſma. Etenim hoc pacto, circuli A G, B H, cæterique eis adjuncti, non jam amplius toti Solis globo reſpondebunt; ſed ei ſolummodo ipſius parti, quæ e priſmate per id foramen cerni poſſit; hoc eſt, apparenti magnitudini foraminis iſtius e priſmate ſpectati. Verum, quo hi circuli magis diſtincte iſti foramini reſpondeant, lentem inſuper prope priſma collocatam oportet, qua foraminis imago (hoc eſt, unuſquiſque circulorum A G, B H, *&c.*) diſtincte in charta P T depingatur; eodem modo ac lente in feneſtra collocata, rerum foris objectarum imagines diſtincte in charta intra cubiculum depictæ exhiberi ſolent; & quomodo in quinto ſupra experimento rectilinea oblongæ Solis imaginis latera diſtincta erant reddita, ac ſine penumbra. Atque hoc ſi fiat; jam nihil neceſſe erit ut id foramen longe remotum ſit, ne quidem ultra feneſtram. Quamobrem, loco illius foraminis, foramine in ipſo feneſtræ operculo, quomodo jam infra exponetur, uſus ſum.

EXPERIMENTUM XI.

In Solis radio per parvum rotundumque feneſtræ opereuli foramen in cubiculum tenebricoſum immiſſo, lentem, intervallo circiter decem duodecimve pedum a feneſtra, erexi, qua foraminis imago in chartæ albæ plagula, intervallo ſex, octo, decem, duodecimve pedum ultra lentem collocata diſtincte depingeretur. Nam pro varia lentium forma chartam variis interjectis intervallis, quæ ſingulatim memorare operæ pretium non erit, objiciebam. Deinde, proxime poſt lentem, priſma interpoſui; quo lumen trajectum refringeretur vel ſurſum verſus, vel in latus; eoque pacto imago rotunda, quam lens ſola in chartam projecerat, jam in oblongam imaginem lateribus inter ſe parallelis definitam, qualem in tertio ſupra experimento deſcripſimus, produceretur. Oblongam iſtam imaginem alia charta, eodem fere, ac prius, interjecto a priſmate intervallo, excepi. Movebam autem chartam ultro citroque uſque eo, donec charta & priſma juſto inter ſe ſpatio diſtarent, quo rectilinea imaginis latera quam maxime diſtincta apparerent. Cum enim hoc accideret; rotundæ foraminis imagunculæ, ex quibus tota iſta imago eodem modo compoſita erat ac imago *pt* (*Fig.* 23. *Tab. V.*) ex circulis *ag*, *bh*, *ci*, &c; terminis maxime diſtinctis finiebantur ſine ulla penumbra: ideoque in ſe invicem quam poſſent minime commiſcebantur; & conſequenter radiorum heterogeneorum permixtio jam omnium minima erat. Hoc pacto, ex rotundis foraminis imaginibus, quales ſunt *ag*, *bh*, *ci*, &c. oblongam imaginem, qualis eſt *pt*, (*Fig.* 23. *&* 24,) formare ſolebam: & ampliando aut minuendo foramen in feneſtræ operculo, efficiebam ut rotundæ imagines *ag*, *bh*, *ci*, &c, ex quibus oblonga ea imago compoſita erat, dilatarentur aut contraherentur, ut mihi libitum eſſet; indeque ut radiorum mixtura in imagine *pt* tam magna tamve parva eſſet, quam ipſe cuperem.

ILLUSTRATIO. In ſchemate XXIV (*Tab V.*) F repræſentat rotundum foramen in feneſtræ operculo: M N lentem, qua imago iſtius foraminis diſtincte in charta I depicta exhibetur; A B C priſma, quo radii, ſimul ut e lente emerſerint, refringuntur ab I ad aliam chartam *pt*; ibique rotunda imago I convertitur in oblongam imaginem *pt*. Ea imago *pt* conſtat ex circulis in una eademque linea recta ordine continuo diſpoſitis; quomodo in quinto ſupra experimento ſatis explicatum eſt. Qui quidem circuli, æquales ſunt circulo I; & conſequenter foramini F magnitudine reſpondent. Quamobrem minuendo id foramen, hi circuli, iiſdem adhuc manentibus centrorum intervallis, in quam libuerit parvitatem contrahi poterunt. Atque hoc quidem pacto effeci, ut latitudo imaginis iſtius *pt*, quadraginta vel etiam ſexaginta interdum aut ſeptuaginta partibus ſuperaretur longitudine ſua. Exempli gra-

tia:

Digitized by Google

tia : ſi latitudo foraminis F ſit $\frac{1}{10}$ unciæ ; & M F intervallum , quo foramen & lens inter ſe diſtant, ſit 12 pedum ; & *p* B , aut *p* M , diſtantia imaginis *pt* a priſmate aut lente, ſit 10 pedum; & angulus refringens priſmatis 62 graduum : utique latitudo imaginis *p t* erit $\frac{1}{12}$ unciæ , longitudo autem ejus circiter ſex ipſas uncias complectetur . Quare longitudo ejus ad latitudinem erit , ut 72 ad 1 : & conſequenter lumen hujus imaginis ſemel & ſeptuagies tanto , quam directum Solis lumen , minus erit compoſitum . Hujuſmodi autem lumen , ſatis quidem ſimplex & homogeneum æſtimari poſſit , ad omnia experimenta quæ in hoc libello circa lumen ſimplex verſari videantur . Etenim adeo puſillum eſt quod in hoc lumine admixtum ſit radiorum heterogeneorum , ut ſenſu percipi vix poſſit : niſi forte in coloribus indico & violaceo ; quibus , ut ſunt colorum fuſciores , perpaulum id quoquoverſus diſperſi luminis, quod priſmatis inæqualitatibus irregulariter refringi ſolet , facile aliquam immutationem adferre queat .

Attamen , loco rotundi foraminis F , melius adhiberi poterit foramen oblongum , forma oblongi parallelogrammi , cujus longitudo parallela ſit priſmati A B C . Si enim hujuſmodi foramen , longum ſit uncia una aut duabus ; latum autem $\frac{1}{10}$ ſolummodo aut $\frac{1}{20}$ unciæ , aut etiam minus eo : lumen imaginis *p t* æque , vel etiam magis , quam in priori caſu , ſimplex erit ; ſimulque imago latior multo , & proinde ad experimenta aptior .

Porro , foraminis hujuſce parallelogrammi loco , adhiberi poterit foramen triangulum , binis lateribus inter ſe æqualibus ; cujus baſis , exempli gratia , ſit circiter $\frac{1}{10}$ unciæ ; altitudo autem uncia una , aut plus eo . Etenim hoc pacto , ſi priſmatis axis ſit parallelus ad trianguli perpendicularem , imago *pt* (*Fig.* 25. *Tab. V.*) jam compoſita erit ex triangulis æquicruris *ag* , *bh* , *ci* , *dk* , *el* , *fm* , &c. aliiſque innumeris intermediis triangulis , foramini triangulari forma & magnitudine reſpondentibus , & inter duas lineas parallelas *af* & *gm* ordine continuo diſpoſitis . Quæ quidem triangula a baſibus ſuis nonnihil inter ſe commixta erunt ; a verticibus autem , nequaquam . Quare lumen a clariori imaginis latere *af* , ubi triangulorum baſes ſitæ ſunt , erit quidem aliquantum compoſitum ; a latere obſcuriori autem *gm* , plane ſimpliciſſimum ; & in omni parte imaginis inter iſta latera , pro eo ut a latere obſcuriori *g m* diſtet , magis minuſve compoſitum . Atque talem quidem imaginem *pt* , ubi ſemel comparaveris ; varia experimenta capere licebit , vel in clariori ac minus ſimplici ipſius lumine a latere *af* , vel in obſcuriori ac ſimpliciori lumine a latere *g m* , ut libitum fuerit .

Verum in hujuſmodi experimentis capiundis , id omnino agendum eſt , ut cubiculum quam poſſit maxime tenebricoſum fiat ; nequid luminis ſeſe imaginis *pt* lumini extrinſecus admiſcens compoſitum id reddat : & præſertim , ſi experimenta capiunda ſunt in ſimpliciori iſto lumine , quod eſt a latere *gm* ; quod , cum debilius languidiuſque ſit , utique minorem proportionem habebit ad lumen extrinſecus adveniens , & proinde admixtione iſtius luminis magis interturbabitur compoſitumque reddetur . Oportet etiam ut lens ſit bona , qualis in conſpicillis tubulatis adhiberi ſolet : inſuper ut priſma ſit angulo largiori , puta 65 aut 70 graduum ; beneque factum , ex vitro bullis venuliſque immuni , & faciebus non , ut fit , convexis aliquantum aut concavis , ſed accurate planis : item ut ſumma cum cura perpolitum ſit , quomodo vitra ad conſpicilla tubulata poliuntur ; non autem , uti vulgo fit , ſtanno ulto ſolummodo leviter defrictum ; quo cum foraminum ab arena reſtantium margines detriti ſint , vitri facies adhuc innumeris perparvis lævibuſque prominentiis aliquantillum convexis undatim criſpa manet . Præterea , priſmatis acies angulatæ , lentiſque extremitates , quatenus irregularem aliquam refractionem efficere poſſent , charta nigra adglutinata obtegi debent . Radiique ſolaris in cubiculum tranſmiſſi lumen id omne , quod ad experimentum erit inutile , charta nigra aliove aliquo nigro objecto corpore omnino intercipiendum eſt . Alioqui enim lumen id inutile , qua-

quaverſus in cubiculo reflexum, immiſcebit ſeſe imagini oblongæ, eamque nonnihil interturbabit. Cæterum ad hæc experimenta non equidem prorſus neceſſariam eſſe dixerim tantam, quantam in præſenti imperaſſe videar, diligentiam: Quanquam ad id ſane, ut feliciter procedant experimenta, permultum conferet; ideoque ſi quis accuratius & curioſius naturam ſpeculari velit, is certe tantam diligentiam non ſine fructu uberiori adhibebit. Verum enimvero priſmata ex vitro ſolida, quæ hujuſmodi experimentis capiendis ſatis idonea ſunt, comparare perdifficile eſt: Quamobrem ipſe vaſis ex ſpeculorum confractorum partibus in formam priſmatum, concluſa intus aqua pluvia, compactis, nonnunquam uſus ſum; & ad augendam refractionem, aquam interdum Sacchâro Saturni copioſe imbuebam.

PROPOSITIO V. THEOREMA IV.

Lumen homogeneum regulariter, ſine ulla dilatatione, diffiſſione, aut diſcuſſione radiorum, refringitur: Et confuſior ille objectorum lumine heterogeneo per corpora refringentia viſorum aſpectus, oritur ex diverſa refrangibilitate radiorum diverſorum generum.

PRima pars hujus propoſitionis jam ante in quinto experimento ſatis comprobata fuit; & ex his, quæ ſequuntur, experimentis amplius manifeſta fiet.

EXPERIMENTUM XII.

Chartam nigram, in qua foramen rotundum erat diametro circiter quintam aut ſextam unciæ partem longa, ita collocavi, ut ea imaginem ex lumine homogeneo talem, qualem in præcedente propoſitione deſcripſimus, ſic exciperet, ut luminis pars aliqua per foramen ipſius tranſmitteretur. Dein luminis partem eam, quæ per chartæ foramen tranſmiſſa eſſet, priſmate poſt iſtam chartam collocato ita refregi, ut deinceps in chartam albam, interjecto duorum triumve pedum intervallo, ad perpendiculum incideret. Quibus ita diſpoſitis, obſervavi imaginem ſuper charta alba refractione luminis illius homogenei depictam, non jam oblongam eſſe, ut cum (in tertio experimento) luminis ſolaris compoſiti refractione depingeretur; ſed, (quantum oculis quidem judicare potuerim,) longitudine & latitudine inter ſe æqualibus, plane rotundam. Ex quo apparet, hoc lumen regulariter refractum eſſe, ſine ulla dilatatione radiorum.

EXPERIMENTUM XIII.

In lumine homogeneo circulum chartaceum, diametro $\frac{1}{4}$ unciæ longa, collocavi; & in albo heterogeneo Solis lumine nondum refracto, alium circulum chartaceum, eadem magnitudine, ſimiliter poſui. Tum, interjecto aliquot pedum intervallo, utrumque horum circulorum per priſma oculis admotum inſpexi. Circulus is, qui heterogeneo Solis lumine illuminabatur, oblongus valde, ſicuti in quarto experimento, videbatur; adeo ut latitudo ejus multis partibus ſuperaretur longitudine ſua: Circulus autem is, qui lumine homogeneo illuminabatur, plane rotundus videbatur; & diſtinctis terminis definitus; ut quum nudis oculis inſpiceretur. Quo experimento utraque pars hujus propoſitionis comprobatur.

EXPERIMENTUM XIV.

Cum muſcas aliaque id genus minuta corpora, in homogeneo lumine collocata, per priſma inſpicerem; partes ipſorum videbam tam diſtincte definitas, ac ſi nudis ea oculis aſpexiſſem. Cum autem eadem corpora, in albo heterogeneo Solis lumine nondum refracto collocata, per priſma ſimiliter inſpicerem; valde confuſis termi-

mi-

Digitized by Google

minis definita videbantur ; adeo ut minutiores ipſorum partes diſcernere & internoſcere haud potuerim . Similiter cum litterulas minutiores libro impreſſas , primo in lumine homogeneo , deinde in heterogeneo collocatas , per priſma inſpicerem ; in poſteriori lumine tam confuſæ tamque indiſtinctæ videbantur , ut legi non poſſent ; in priori autem adeo diſtinctæ , ut & facillime legi poſſent , & plane nihilo minus diſtincte cerni , quam ſi nudis oculis aſpicerentur . In utroque caſu eaſdem res objectas , eodem ſitu poſitas , per idem priſma , & eodem intervallo interjecto , conſpicatus ſum . Nihil quicquam prorſus inter ſe differebant , niſi quod lumine diverſo illuminabantur ; quod quidem lumen uno in caſu ſimplex erat , in altero compoſitum . Quare corpora iſta objecta , quamobrem in priori caſu tam diſtincte , in poſteriori tam confuſe cernerentur , nihil aliud plane in cauſa eſſe potuit , præter luminum ſolummodo differentiam . Quo itidem tota propoſitio comprobatur .

Porro in tribus hiſce experimentis, id etiam notatu erat digniſſimum ; homogenei luminis colorem refractione nihil fuiſſe immutatum .

PROPOSITIO VI. THEOREMA V.

Sinus incidentiæ cujuſque radii ſeorſum eſt ad ſinum refractionis ſuæ in data ratione .

UNumquemque radium ſeorſum, certa ac conſtanti aliqua ratione refrangibilem eſſe, ex iis quæ dicta ſunt , ſatis eſt manifeſtum . Qui radii in prima refractione, iiſdem poſitis omnium incidentiis , maxime refringuntur ; ii in ſequentibus itidem refractionibus, iiſdem poſitis incidentiis, iterum maxime refringuntur : ſimilique ratione radii minime refrangibiles , & quicunque ſunt medio aliquo refrangibilitatis gradu ; uti ex V , VI , VII , VIII , & IX experimentis liquet . Porro qui radii in prima refractione , iiſdem poſitis omnium incidentiis , æqualiter refringuntur ; ii iterum , iiſdem poſitis incidentiis, æqualiter & uniformiter refringuntur : idque ſive refringantur antequam a ſe invicem ſeparati fuerint , ut in quinto experimento ; ſive poſtquam ſeparati fuerint , ut in experimentis 12 , 13 , & 14 . Itaque refractio cujuſque radii ſeorſum fit ad certam aliquam conſtantemque regulam : ea autem regula quæ ſit, reſtat ut jam deinceps oſtendamus .

Nuperi de rebus Opticis ſcriptores docent , ſinus incidentiæ ad ſinus refractionis eſſe in data proportione; uti in quinto axiomate expoſitum eſt : & nonnulli inſtrumentis ad refractiones menſurandas , aut alia aliqua ratione hanc proportionem experimentis computantes, aſſeruerunt ſe eam inveniſſe accuratam . Verum dum illi , nondum intellecta diverſa radiorum diverſorum refrangibilitate , crediderunt radios una eademque proportione refringi univerſos ; exiſtimandum eſt , eos menſuras ad partem mediam ſolummodo luminis refracti accommodaſſe : adeo ut ex illorum menſuris hoc ſolum concludi poſſit ; radios , qui ſunt medio refrangibilitatis gradu , hoc eſt, qui, cum a reliquis ſeparati ſint, virides videntur, eos in data ſinuum proportione refringi : reliquos autem omnes, itidem ſecundum datas ſinuum proportiones refringi ; id nobis jam reſtat comprobandum . Equidem , rem ita ſe habere debere , admodum eſt credibile & rationi conſentaneum ; quandoquidem natura ſemper eſt ſui ſimilis . Verum probatio ab experimentis deſumenda requiritur . Atque talem quidem probationem ita adferemus, ſi oſtendere poterimus , ſinus refractionis radiorum diverſe refrangibilium eſſe ad ſe invicem in data proportione , quando ſinus incidentiæ ſunt inter ſe æquales . Etenim ſi ſinus refractionis omnium radiorum ſint in datis proportionibus ad ſinum refractionis alicujus radii ; qui ſit medio refrangibilitatis gradu ; iſque ſinus ſit in data proportione ad incidentiæ ſinus inter ſe æquales ; utique reliqui iſti refractionis ſinus erunt itidem in datis proportionibus ad ſinus incidentiæ inter ſe æquales. Jam autem ſinus refractionis eſſe ad ſe invicem in data proportione , quando ſinus incidentiæ ſunt inter ſe æquales ; ex ſequenti experimento apparebit.

EXPERIMENTUM XV.

Per parvum rotundum foramen in feneſtræ operculo, tranſmittatur in cubiculum tenebricoſum radius Solis. Sit S (*Fig. 26. Tab. V.*) alba & rotunda Solis imago, directo ſuo lumine in oppoſitum parietem depicta. Sit P T oblonga & colorata imago, quæ fiat refringendo id lumen per priſma in feneſtra poſitum. Sit denique *p t*, vel 2 *p* 2 *t*, vel 3 *p* 3 *t*, oblonga & colorata imago ea, quæ fiat refringendo iterum idem lumen in latus per alterum priſma proxime poſt primum ſitu tranſverſo collocatum; quomodo in quinto ſupra experimento explicatum eſt. Hoc eſt, ſit ea imago, cum refractio ſecundi priſmatis minor ſit, *p t*, cum refractio ejuſdem major ſit, 2 *p* 2 *t*; cum maxima, 3 *p* 3 *t*. Etenim ea erit refractionum diverſitas, ſi angulus refringens ſecundi priſmatis ſit varia magnitudine; puta quindecim aut viginti graduum, quum imago ſit *p t*; triginta aut quadraginta, quum 2 *p* 2 *t*; & ſexaginta, quum 3 *p* 3 *t*. Verum enimvero defectu priſmatum ex vitro ſolidorum, quorum anguli ea ſint qua oporteat magnitudine; comparari poterunt vaſa ex politis vitri lamellis in formam priſmatum, concluſa intus aqua, conglutinatis. His ita diſpoſitis, obſervabam omnes Solis imagines coloratas, P T, *p t*, 2 *p* 2 *t*, 3 *p* 3 *t*, convergere quam proxime ad eum ipſum locum S, quo directum Solis lumen, quando, ſublatis priſmatibus, albam rotundamque in pariete Solis imaginem depingeret, incidebat. Axis imaginis P T productus; hoc eſt, linea ita per mediam imaginem P T ducta, ut rectilineis ipſius lateribus parallela eſſet; tranſibat deinceps per medium ipſum iſtius albæ ac rotundæ imaginis S. Cumque refractio ſecundi priſmatis, æqualis eſſet refractioni prioris; quippe quorum anguli refringentes eſſent circiter ſexagenum graduum; axis imaginis 3 *p* 3 *t* iſta refractione effictæ, ipſe itidem productus tranſibat per medium ejuſdem albæ rotundæque imaginis S. Cum autem refractio ſecundi priſmatis minor eſſet refractione prioris; axes producti imaginum *t p* aut 2 *t* 2 *p* iſta refractione effictarum, interſecabant jam in punctis *m* & *n*, paulo ultra centrum albæ rotundæque imaginis S, axem productum imaginis P T. Unde proportio lineæ 3 *t* T ad lineam 3 *p* P, paulo major erat quam lineæ 2 *t* T ad lineam 2 *p* P; hæcque itidem paulo major, quam lineæ *t* T ad lineam *p* P. Jam quum lumen imaginis P T incidat in parietem ad perpendiculum; lineæ iſtæ 3 *t* T, 3 *p* P; & 2 *t* T, 2 *p* P; & *t* T, *p* P, ſunt *Tangentes* refractionum. Quare ex hoc experimento, proportiones tangentium refractionum inveniuntur; Unde & ſinuum proportiones collectæ, æquales reperiuntur; quantum quidem, imagines intuendo, & mathematicam quandam ratiocinationem adhibendo, judicare potuerim: Non enim accurate calculum ponebam. Itaque propoſitio noſtra, quantum ab experimentis colligitur, in unoquoque ſeorſum radio vera eſſe apparet. Veram autem eam eſſe, accuratiſſime etiam demonſtrari poteſt ex hac ſuppoſitione; *corpora lumen refringere, agendo in radios ejus in lineis ad ſuperficies ſuas perpendicularibus*. Verum, quo hæc demonſtratio recte procedat, diſtinguendus eſt motus cujuſque radii in duos motus, quorum alter ſuperficiei refringenti perpendicularis ſit, alter eidem parallelus, & de motu quidem eo qui eſt perpendicularis, ſubjicienda eſt propoſitio ſequens.

Si quis motus, aut corpus motum quodcunque, incidat quavis velocitate in quodvis latum & tenue ſpatium, duobus planis parallelis utrinque terminatum; inque tranſitu ſuo per iſtud ſpatium, urgeatur perpendiculariter verſus ulterius planum quavis vi, quæ, datis diſtantiis ab illo plano, ſit datarum quantitatum: Perpendicularis velocitas iſtius motus, aut corporis, tum cum emerget ex eo ſpatio, ſemper æqualis erit radici ſummæ ejuſce, quæ compoſita ſit ex quadrato perpendicularis velocitatis quam habebat iſte motus, aut corpus, tum cum incideret in iſtud ſpatium; & ex quadrato perpendicularis velocitatis quam idem motus, aut corpus, haberet tum, cum emergeret, ſi perpendicularis ejus velocitas tum, cum incideret, infinite parva fuiſſet.

Ea-

Eadem autem propoſitio ſimiliter vera erit de quovis motu, aut corpore, perpendiculariter retardato in tranſitu ſuo per iſtud ſpatium; ſi loco ſummæ binorum quadratorum, differentiam ipſorum ſumas. Demonſtrationem facile invenient mathematici; ideoque, ne lectorem diſtineam, eam hic non apponam.

Finge jam radium aliquem obliquiſſime in linea M C (*Fig.* 1. *Tab. I.*) incidentem, refringi ad C a Plano R S in lineam C N: &, ſi linea C E, in quam alius quilibet radius A C refringi debeat, quæ ſit, quæratur; ſint MC, AD, ſinus incidentiæ duorum iſtorum radiorum; & N G, E F, eorundem ſinus refractionis; & exponantur æquales radiorum incidentium motus per lineas inter ſe æquales M C & A C. Tum, motu M C ad planum refringens parallelo exiſtente, diſtinguatur motus alter A C in duos motus A D & D C, quorum alter A D parallelus, alter autem D C perpendicularis ſit ad ſuperficiem refringentem. Similiter diſtinguantur motus emergentium radiorum in binos motus; quorum ii, qui ſunt perpendiculares, ſint $\frac{MC}{NG}$ C G, & $\frac{AD}{EF}$ C F. Quod ſi vis plani refringentis incipiat agere in radios vel jam in ipſo plano, vel certo interjecto intervallo, ex una parte; deſinatque certo interjecto intervallo ex altera parte; & in omnibus locis intra illos limites ſitis, agat in radios in lineis ſuperficiei iſti refringenti perpendicularibus; actioneſque ejus in radios, in diſtantiis æqualibus a plano refringente, æquales ſint; in diſtantiis autem inæqualibus, vel æquales ſint, vel certa qualibet proportione inæquales: utique motus radii is, qui ſit plano refringenti parallelus, nullam omnino ab iſta vi mutationem patietur; motus autem is, qui ſit plano eidem perpendicularis, mutabitur ſecundum propoſitionis jam expoſitæ rationem. Itaque ſi perpendicularis velocitas radii emergentis C N exponatur per $\frac{MC}{NG}$ CG, ut ſupra; perpendicularis velocitas alterius cujuſvis radii emergentis C E, quæ erat $\frac{AD}{EF}$ CF, erit æqualis radici Summæ quadratorum C D *q* + $\frac{MCq}{NGq}$ C G *q*. Quæ quidem æqualia ſi quadraveris jam, eiſque addas æqualia A D *q* & M C *q* — C D *q*, dividaſque ſummas per æqualia C F *q* + E F *q* & C G *q* + N G *q*, habebis $\frac{ADq}{EFq}$ æquale $\frac{MCq}{NGq}$. Unde AD, ſinus incidentiæ, ſit ad E F, ſinum refractionis, ut M C ad N G: hoc eſt, in data ratione. Et quoniam hæc demonſtratio univerſalis eſt; in qua nec quid ſit lumen, nec quali vi refringatur, nec aliud omnino quicquam poſuerim, præter id ſolum; *corpus refringens agere in radios in lineis ſuperficiei ſuæ perpendicularibus*: utique veritatem hujuſce propoſitionis certiſſimam videtur evincere.

Quare, ſi ratio ſinuum incidentiæ & refractionis cujuſvis generis radiorum in uno aliquo caſu inventa fuerit; inventa erit in omnibus. Ea autem quæ ſit, methodo in ſequenti propoſitione tradenda, facile colligi poterit.

PROPOSITIO VII. THEOREMA VI.

Conſpicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta conſtrui queant, facit diverſa radiorum luminis refrangibilitas.

Conſpicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta conſtrui potuerint, ſphæricæ vitrorum figuræ vulgo in cauſa fuiſſe creduntur: ideoque id ſibi propoſuerunt mathematici, ut vitra in conicarum ſectionum figuras tornarent. Verum ut eos in errore hac in parte verſari oſtenderem, propoſitionem hancce adjeci. Quæ quam vera ſit, ex menſuris refractionum diverſorum generum radiorum apparebit. Eæ autem quæ ſint, hac ratione definio.

In

Digitized by Google

In tertio experimento hujus *Partis*, ubi angulus refringens priſmatis erat graduum $62\frac{1}{2}$, dimidium iſtius anguli, hoc eſt, 31 gradus & 15 minuta, eſt angulus incidentiæ radiorum in aerem e vitro egredientium; & ſinus iſtius anguli, eſt 5188 earum partium, quarum radius complectitur 10000. Cum axis hujus priſmatis horizonti parallelus eſſet; refractioque radiorum in priſma incidentium, refractioni eorundem e priſmate exeuntium, æqualis eſſet: obſervabam, ope quadrantis, angulum quem radii mediocriter refrangibiles (hoc eſt, ii qui ad medium coloratæ Solis imaginis irent,) cum horizonte continerent: Ex hoc autem angulo, & altitudine Solis eodem tempore obſervata, comperiebam angulum, quem radii emergentes & incidentes inter ſe continerent, eſſe 44 graduum ac 40 minutorum; cujus quidem anguli dimidium, additum angulo incidentiæ, qui erat 31 graduum & 15 minutorum, conficit angulum refractionis; qui proinde fit 53 graduum ac 35 minutorum, ejuſque ſinus 8047. Hi ſunt ſinus incidentiæ & refractionis radiorum mediocriter refrangibilium; eorumque proportio inter ſe, in numeris integris, eſt ut 20 ad 31. Vitrum, e quo hoc priſma conſtabat, colore erat ad viridem deſcendente. Ultimum autem priſmatum in tertio experimento memoratorum, e vitro erat admodum pellucido candidoque. Ejus angulus refringens erat gradum $63\frac{1}{2}$. Angulus, quem radii emergentes & incidentes inter ſe continebant, 45 grad. 50 min. Sinus dimidii primi anguli, 5262. Sinus dimidiæ ſummæ angulorum, 8157. Proportio autem ipſorum inter ſe erat, ut prius, in numeris integris, ut 20 ad 31.

Si de longitudine imaginis, quæ erat unciarum circiter $9\frac{3}{4}$ aut 10, ſubducatur ejuſdem latitudo, quæ erat unciarum $2\frac{1}{8}$; reſiduum, quod eſt unciæ $7\frac{3}{4}$, erit longitudo, quam eadem imago ita eſſet habitura, ſi Solis globus unum ſolummodo punctum foret. Itaque hæ unciæ $7\frac{3}{4}$ ſubtendunt angulum, quem radiorum maxime minimeque refrangibiles, qui in unis eiſdemque lineis in priſma inciderant, inter ſe jam, poſtquam emerſerint, continent. Quare iſte angulus, eſt 2 grad. 0′, 7″. Etenim intervallum, quo imago & priſma, ubi iſte angulus conſtituitur, inter ſe diſtabant, erat pedum $18\frac{1}{2}$; quo interjecto intervallo, chorda uncias $7\frac{3}{4}$ longa ſubtendit angulum 2 graduum, 0′, 7″. Dimidium autem iſtius anguli eſt angulus, quem hi maxime minimeve refrangibiles radii emergentes continent cum radiis mediocriter refrangibilibus emergentibus: & quarta ejuſdem pars, hoc eſt, 30′, 2″, haberi poteſt angulus, quem iidem radii cum radiis illis mediocriter refrangibilibus emergentibus contenturi eſſent, ſi intra vitrum cum eis conjuncti fuiſſent, nec ante emergendum ullam paſſi fuiſſent refractionem. Si enim duæ æquales refractiones, quarum altera ſit radiorum in priſma incidentium, altera emergentium, conſtituunt dimidium anguli 2 grad. 0′, 7″: utique una iſtarum refractionum efficiet circiter quartam partem ejuſdem anguli. Atque hæc quidem quarta pars ſi adjiciatur jam ad angulum refractionis radiorum mediocriter refrangibilium, qui erat 53 grad. 35; & de eodem ſubducatur; conficiet angulos refractionis radiorum & maxime & minime-refrangibilium, 54 grad. 5′, 2″; & 53 grad. 4′, 58″: quorum angulorum ſinus ſunt 8099 & 7995: cum communis angulus incidentiæ, eſſet 31 grad. 15; ejuſque ſinus, 5188. Et hi quidem ſinus, in minimis numeris integris, ſunt inter ſe ut 78 & 77 ad 50.

Jam ſi de ſinibus refractionis 77 & 78, communem incidentiæ ſinum 50 ſubducas; reſidua 27 & 28 oſtendunt, in parvis refractionibus refractionem radiorum minime refrangibilium eſſe ad refractionem maxime refrangibilium, ut 27 ad 28 quam proxime; refractionumque differentiam in radiis minime maximeque refrangibilibus, eſſe circiter $27\frac{1}{2}$*am* partem totius refractionis radiorum mediocriter refrangibilium.

Unde Optices periti facile intelligent, latitudinem minimi rotundi ſpatii, in quod vitra objectiva conſpicillorum tubulatorum colligere poſſint omnia genera radiorum inter ſe parallelorum, eſſe circiter $27\frac{1}{2}$*am* partem dimidiæ aperturæ vitri, aut 55*am*

par-

partem totius aperturæ ; focumque radiorum maxime refrangibilium propius a vitro objectivo abeſſe, quam focum minime refrangibilium, parte circiter $27\frac{1}{2}$ ejus totius intervalli, quo vitrum objectivum & focus radiorum mediocriter refrangibilium inter ſe diſtant.

Quod ſi radii omnium generum, fluentes ex uno quovis puncto lucido in axe lentis cujuſvis convexæ ſito, cogantur refractione iſtius lentis in puncta non nimium remota a lente ; focus radiorum maxime refrangibilium jam propius a lente aberit, quam focus minime refrangibilium, eo intervallo, quod ſit ad $27\frac{1}{2}$*am* partem diſtantiæ foci radiorum mediocriter refrangibilium a lente, ut diſtantia inter focum iſtum & punctum lucidum a quo radii fluunt, ad diſtantiam inter id punctum lucidum & lentem ipſam quam proxime.

Jam autem ut examinarem, utrum differentia refractionum, quas radii maxime minimeque refrangibiles ex uno eodemque puncto fluentes, in vitris objectivis conſpicillorum tubulatorum aliiſque id genus vitris patiuntur, tanta ſit revera, quantam modo deſcripſerim, necne ; ſubjectum excogitavi experimentum.

EXPERIMENTUM XVI.

Lens, qua in ſecundo & octavo experimentis uſus fueram, intervallo ſex pedum uniuſque unciæ a quovis objecto collocata, colligebat imaginem iſtius objecti, per radios mediocriter refrangibiles, eodem interjecto ſex pedum uniuſque unciæ intervallo ex altera parte. Quamobrem, ex regula antedicta, colligere debet eandem imaginem per radios minime refrangibiles, intervallo pedum ſex, unciarumque $3\frac{2}{3}$; per radios autem maxime refrangibiles, intervallo pedum quinque unciarumque $10\frac{1}{3}$: adeo ut inter duo loca, in quibus radii minime maximeque refrangibiles iſtam imaginem exhibeant, intervallum ſit unciarum circiter $5\frac{1}{3}$. Etenim, ſecundum illam regulam ; quam proportionem habent ſex pedes & uncia una, (intervallum quo lens & corpus lucidum objectum inter ſe diſtant,) ad duodecim pedes duaſque uncias, (quo intervallo corpus lucidum objectum & focus radiorum mediocriter refrangibilium inter ſe diſtant ;) hoc eſt, quam proportionem habet unum ad duo ; eandem habet pars $27\frac{1}{2}$ ſex pedum uniuſque unciæ, (intervalli quo lens & iſte focus inter ſe diſtant ;) ad intervallum quo radiorum maxime minimeque refrangibilium foci inter ſe diſtant : quod proinde intervallum ſit unciarum $5\frac{17}{55}$; hoc eſt, unciarum $5\frac{1}{3}$ quam proxime. Jam ut invenirem utrum hæc menſura eſſet vera, necne ; experimenta ſecundum & octavum in lumine colorato, quod multo, quam id quo tum uſus eram, minus eſſet compoſitum, iterabam : jam enim radios heterogeneos a ſe invicem ea ratione, quæ in undecimo experimento deſcripta eſt, ſeparaveram ; adeo ut imago colorata, duodecim circiter aut quindecim partibus longior facta eſſet quam latior. Imaginem iſtam libro literis impreſſo excipiebam. Cumque lentem ſupra memoratam, interjecto ſex pedum uniuſque unciæ intervallo, collocaſſem ; quo literarum illuminatarum imago, eodem iterum intervallo ex altera parte colligeretur ; obſervabam imaginem literarum colore cæruleo illuminatarum propius a lente abeſſe, quam literarum rubro ſaturo illuminatarum, intervallo circiter unciarum trium aut $3\frac{1}{4}$: verum literarum colore indico & violaceo illuminatarum imago adeo confuſa minimeque diſtincta videbatur, ut eæ legi non poſſent. Quare priſma inſpiciens comperiebam, id venulis ab una vitri extremitate ad alteram pertingentibus undique criſpum eſſe ; adeo ut refractio nequaquam regularis eſſe potuerit. Aliud itaque priſma, venulis immune, accepi ; & literarum loco duas treſve lineas nigras inter ſe parallelas & literarum ductibus paulo grandiores adhibebam : quibus cum colores ita ſuperinjeciſſem, ut ab una

ima-

Digitized by Google

imaginis extremitate ad alteram hæ lineæ per colores ductæ viderentur; obſervabam focum, ubi color indicus, ſive confinium indici & violacei, linearum nigrarum imagines maxime diſtinctas exhiberet, intervallo circiter unciarum 4 aut $4\frac{1}{4}$ propius a lente abeſſe, quam focum ubi color ruber extremus & ſaturatiſſimus imagines earundem linearum nigrarum maxime diſtinctas exhibebat. Color violaceus adeo debilis fuit & obſcurus, ut in eo linearum imagines diſtincte diſcernere haud potuerim. Quare, cum priſma, quo utebar, e vitro eſſet ſubviridi & minus pellucido; aliud adhuc priſma accepi, quod eſſet e vitro admodum pellucido candidoque. Verum, hoc priſmate adhibito, longæ jam albæque luminis debilioris radiationes ſe ex utraque imaginis coloratæ extremitate emittebant: unde concludebam, necdum omnia recte eſſe comparata. Priſma igitur attentius inſpiciens, duas treſve bullulas in vitro obſervabam, quibus lumen irregulariter refringebatur. Quocirca eam partem vitri, in qua hæ bullulæ ineſſent, charta nigra obtegebam; lumineque per aliam vitri partem bullulis immunem tranſmiſſo, imago colorata immunis jam ab irregularibus illis radiationibus apparebat; eaque fere erat, quam optarem. Veruntamen adhuc color violaceus adeo obſcurus debiliſque fuit, ut in eo linearum imagines vix, & in obſcuriori ipſius parte, prope imaginis extremitatem, omnino haud diſcernere potuerim. Suſpicabar igitur obſcurum hunc debilemque colorem, admixtum ſibi habere poſſe aliquid luminis illius quaquaverſum diſperſi, quod partim bullulis quibuſdam perparvis intra vitrum latentibus, partim vitri facierum haud ſatis accurate perpolitarum inæqualitatibus, irregulariter refringeretur & reflecteretur: quod quidem lumen, quamvis parvum, tamen ſubalbidum cum eſſet, ſenſum ſatis fortiter, ad interturbanda debilis illius & obſcuri coloris violacei Phænomena, afficere poſſet. Quamobrem explorabam, quomodo in 12, 13, & 14 experimentis expoſitum eſt, annon hoc lumen violaceum conſtaret ex ſenſibili mixtura radiorum heterogeneorum. Verum apparebat, non ita ſe id habere. Neque enim refractiones ex hoc violaceo lumine alium ullum colorem, qui quidem ſenſu percipi poſſet, præter unum violaceum, eliciebant; uti ex albo lumine omnino elicuiſſent; & conſequenter ex hoc violaceo lumine ſimiliter elicuiſſent, ſi id ex albo lumine, ita ut res ſub ſenſum caderet, compoſitum fuiſſet. Concludebam itaque, obſcuritatem ſolummodo hujuſce coloris, & luminis ſui tenuitatem, nimiamque ab axe lentis diſtantiam, in cauſa fuiſſe, quamobrem linearum imagines in eo diſtincte diſcernere haud potuerim. Quocirca nigras iſtas lineas parallelas in partes inter ſe æquales dividebam; quo facilius, quibus intervallis colores in imagine inter ſe diſtarent, cognoſcerem: cumque notaſſem quantis itidem intervallis foci colorum eorum, in quibus linearum imagines diſtincte cernebantur, a lente diſtarent; in id deinceps inquirebam, utrum differentia horum intervallorum eandem habeat proportionem ad uncias $5\frac{1}{3}$, hoc eſt, ad maximam differentiam intervallorum quibus foci colorum extremorum rubri & violacei a lente diſtare debent, ac habet colorum in imagine obſervatorum diſtantia inter ſe, ad maximum itidem intervallum (in rectilineis imaginis lateribus dimenſum) quo colores extremi ruber & violaceus in imagine inter ſe diſtant, hoc eſt, ad longitudinem rectilineorum imaginis laterum, ſive ſpatium quo longitudo imaginis exſuperat latitudinem ſuam. Quæ autem obſervaverim, hujuſmodi fuerunt.

Cum obſervarem interque ſe compararem colorem rubrum ſaturatiſſimum extimumque, qui ſenſu percipi poſſet; & colorem eum, qui in confinibus viridis & cærulei poſitus, diſtabat a rubro, in rectilineis imaginis lateribus, dimidia parte longitudinis iſtorum laterum: focus ubi confinium coloris viridis & cærulei, imagines linearum diſtincte ſuper charta exhibebat, propius a lente diſtabat, quam focus ubi color ruber imagines earundem linearum diſtincte exhibebat; intervallo circiter unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$. Menſuræ enim interdum paulo majores erant, interdum paulo minores; raro autem inter ſe differebant amplius $\frac{1}{3}$ unciæ. Etenim difficillimum

erat

erat focos, quo in loco ſiti eſſent, accuratiſſime ſine omni errore definire. Jam vero ſi colores dimidia longitudine imaginis inter ſe diſtantes, (in rectilineis nimirum imaginis lateribus dimenſi,) faciunt ut differentia intervallorum, quibus foci ſui a lente diſtant, ſit unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$; utique colores tota imaginis longitudine inter ſe diſtantes, facere debebunt ut differentia intervallorum, quibus foci ſui a lente diſtent, ſit unciarum 5 aut $5\frac{1}{2}$.

Verum id hic obſervandum eſt, me non potuiſſe videre colorem rubrum ad uſque ipſam imaginis extremitatem, ſed duntaxat ad centrum ſemicirculi quo iſta extremitas terminaretur, aut paulo ultra id. Quare colorem iſtum rubrum comparabam, non cum colore eo qui eſſet accurate in media imagine, ſive in ipſis confinibus viridis & cærulei; ſed cum eo colore, qui ad cæruleum paulo magis, quam ad viridem accederet. Et quemadmodum computabam totam colorum longitudinem non eam eſſe, quæ eſſet tota imaginis longitudo; ſed eam duntaxat, quæ eſſet longitudo rectilineorum ipſius laterum: ita, ſemicircularibus extremis jam in integros circulos abſolutis; quum alteruter e duobus obſervatis coloribus intra iſtos circulos caderet, dimetiebar diſtantiam ejuſce coloris a ſemicirculari imaginis extremitate, &, ſubducto dimidio iſtius diſtantiæ de menſurata duorum colorum diſtantia inter ſe, reſiduum pro correcta ipſorum diſtantia inter ſe accepi; inque his obſervationibus correctam iſtam diſtantiam, pro differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, annotavi. Quemadmodum enim longitudo rectilineorum imaginis laterum, futura eſſet ipſa colorum omnium tota longitudo, ſi circuli, ex quibus (uti ſupra oſtenſum eſt) ea imago compoſita eſt, in puncta phyſica contracti forent: ſic, in eo caſu, correcta illa diſtantia binorum quorumvis obſervatorum colorum, vera eſſet futura diſtantia ipſorum inter ſe.

Cum igitur porro obſervarem, interque ſe compararem, colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, & cæruleum illum, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet $\frac{7}{12}$ partes longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, erat circiter unciarum $3\frac{1}{4}$. Jam autem ut 7 ad 12, ita $3\frac{1}{4}$ ad $5\frac{4}{7}$.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, & indicum illum, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet $\frac{8}{12}$ ſive $\frac{2}{3}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, erat circiter unciarum $3\frac{2}{3}$. Ut autem 2 ad 3, ita $3\frac{2}{3}$ ad $5\frac{1}{2}$.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, & indicum illum ſaturatiorem, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet $\frac{9}{12}$ ſive $\frac{3}{4}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, erat circiter 4 unciarum. Ut autem 3 ad 4, ita 4 ad $5\frac{1}{3}$.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, & violacei partem indico proximam, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet $\frac{10}{12}$ ſive $\frac{5}{6}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, erat circiter unciarum $4\frac{1}{2}$. Ut autem 5 ad 6, ita $4\frac{1}{2}$ ad $5\frac{2}{5}$. Interdum enim, cum lens commodiori ſitu ita eſſet collocata, ut axis ejus ad colorem cæruleum ſpectaret; cæteraque omnia commode eſſent comparata; Sol etiam disjectis nubibus clarior collucerer; ipſeque oculis propius admotis chartam, quæ linearum imagines lente projectas exciperet, attentius intuerer: diſcernere poteram ſatis diſtincte linearum iſtarum imagines, in coloris etiam violacei parte ea, quæ indico proxima eſſet; nonnunquam etiam ultra medium ipſum coloris violacei. Etenim in his experimentis capiendis id obſervaveram, imagines eorum duntaxat colorum diſtinctas apparere, qui vel in axe lentis, vel ſaltem non longe extra eum, eſſent poſiti: adeo ut, cum color cæruleus vel indicus in eo axe ſitus eſſet, ipſo-

rum imagines diſtincte diſcernere potuerim; eodem autem tempore color ruber multo, quam ante, minus diſtinctus videretur. Quocirca id deinceps egi, ut, colorum imagine in brevitatem contracta, ambo ejus extrema propius jam ab axe lentis diſtarent. Jamque ejus longitudo erat uneiarum circiter $2\frac{1}{2}$, latitudo autem circiter $\frac{1}{5}$ aut $\frac{1}{6}$ unius unciæ. Porro loco linearum nigrarum, in quas colores adhuc inciderant, unam jam lineam nigram prioribus latiorem duxi; quo facilius imaginem ipſius diſcernerem: eamque lineam brevibus tranſverſis lineis in partes inter ſe æquales diviſi, quibus colores obſervati quo intervallo inter ſe diſtarent dimetirer. Quibus ita diſpoſitis, poteram jam nonnunquam diſcernere lineæ hujuſce imaginem una cum diviſionibus ſuis, ad uſque centrum fere ſemicircularis violaceæ extremitatis imaginis. Quæque jam deinde obſervaverim, hujuſmodi erant.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, partemque violacei eam, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet circiter $\frac{1}{9}$ partes longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus horum colorum foci a lente diſtarent, erat uno tempore unciarum $4\frac{2}{3}$, alio tempore $4\frac{3}{4}$, alio $4\frac{7}{8}$. Ut autem 8 ad 9; ita $4\frac{2}{3}$, $4\frac{3}{4}$, $4\frac{7}{8}$, ad $5\frac{1}{4}$, $5\frac{11}{32}$, $5\frac{31}{64}$, reſpective.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum, & violaceum itidem extremum, qui ſenſu percipi poſſent: (quorum quidem colorum correcta diſtantia inter ſe, cum omnia quam potuerint commodiſſime eſſent comparata, Solque clariſſimus luceret, erat circiter $\frac{11}{12}$ aut $\frac{15}{16}$ partes longitudinis rectilineorum imagini coloratæ laterum:) comperiebam differentiam intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, eſſe unciarum modo $4\frac{3}{4}$, modo $5\frac{1}{4}$, & plerunque plus minus 5 unciarum. Ut autem 11 ad 12, aut 15 ad 16; ita 5 unciæ ad $5\frac{5}{11}$ aut $5\frac{1}{3}$.

Atque hae quidem experimentorum progreſſione adductus ſum ut certo credam, ſi lumen in ipſis extremitatibus imaginis ſatis forte fuiſſet, quo linearum nigrarum imagines clare ſuper charta apparere potuerint; futurum utique fuiſſe, ut focus coloris violacei extremi propius a lente diſtare compertus eſſet, quam focus rubri extremi, intervallo unciarum minimum $5\frac{1}{3}$. Quo & illud etiam amplius confirmatur; ſinus incidentiæ & refractionis omnium generum radiorum, eandem proportionem inter ſe in minimis refractionibus, atque in maximis, habere.

Totam hujuſce rei experiundæ rationem, quoniam negotium eſt multæ diligentiæ atque accurationis, ſingulatim enarrare volui; ut, qui rem eandem poſthac experiundo examinaturi ſint, intelligant quam accurate omnia animo circumſpectare & ſecum ante conſiderare debeant, quo experimentum hocce ſibi feliciter ſuccedat. Qui nihilominus, ſi negotium ſibi minus forſan ex ſententia ſuccedat, quam mihi ante ſucceſſit; colligere tamen poterunt ex proportione quam habet diſtantia colorum a ſe invicem in imagine, ad differentiam diſtantiarum focorum ſuorum a lente, quis eſſet futurus exitus accuratioris experimenti in coloribus longius inter ſe diſtantibus. Veruntamen ſi lentem latiorem, quam qua ego uſus ſum, adhibeant; eamque longo rectoque bacillo alligent, quo facile rectaque dirigatur ad eum ſemper colorem, cujus focus, ubi ſit, requiritur; nullus dubito quin illis etiam melius hæc res ſub manus ſuccedat, quam mihi ipſi ſucceſſit experienti. Ego enim axem lentis ad mediam duntaxat partem colorum, quam potui proxime, direxi; quo pacto languidæ colorum extremitates, quia paulo remotiores eſſent ab axe, imagines ſui minus diſtincte in chartam projiciebant, quam ſi axis lentis ad ſingulos colores ordine directus fuiſſet.

Jam ex his quæ dicta ſunt manifeſtum eſt, radios, qui refrangibilitate inter ſe differunt, non convenire in unum focum; ſed ita eſſe comparatos, ut, ſi a lucido puncto fluant, quod eodem intervallo a lente diſtet ex una parte, ac foci ſui ex altera; tum focus radiorum maxime refrangibilium propius a lente abfuturus ſit,

quam

quam focus minime refrangibilium, amplius decimaquarta totius diſtantiæ: ſin a lucido puncto fluant, quod a lente tanto ſit intervallo remotum, ut ante incidendum jam pro parallelis inter ſe haberi poſſint: tum focus radiorum maxime refrangibilium propius a lente abfuturus ſit, quam focus minime refrangibilium, circiter *27ma* aut *28va* parte totius ſuæ diſtantiæ a lente. Porro diameter circuli in medio duorum iſtorum focorum intervallo ſiti, quem hi radii tum illuminant, cum ibi in aliquod planum axi perpendiculare incidant; (qui quidem circulus minimus eſt, in quem ii omnes convenire poſſint;) erit circiter *55ta* pars diametri aperturæ vitri. Adeo ut mirum ſit conſpicilla tubulata res objectas tam diſtincte exhibere poſſe, quam eas revera exhibent. At ſi omnes radii luminis ex æquo refrangibiles eſſent, error qui ſolummodo ex ſphæricis vitrorum figuris oriretur, ſexcenties minor eſſet. Si enim vitrum objectivum teleſcopii ſit plano-convexum, & plana ipſius facies ad rem objectam obvertatur; diameter autem ſphæræ, cujus id vitrum ſegmentum ſit, appelletur D; item ſemidiameter aperturæ vitri, vocetur S; & ſinus incidentiæ e vitro in aerem ſit ad ſinum refractionis, ut I ad R: radii qui incidunt paralleli ad axem vitri, diffuſi erunt, eo in loco ubi objecti imago diſtinctiſſima exhibetur, in parvum circulum, cujus diameter erit $\frac{R\,q}{I\,q} + \frac{S\,cub.}{D\,quad.}$ quamproxime; ut quidem collegi, computando errores radiorum per methodum ſerierum infinitarum, & rejiciendo terminos quorum quantitates nullius eſſent momenti. Exempli gratia: ſi ſinus incidentiæ I ſit ad ſinum refractionis R, ut 20 ad 31; & D, diameter ſphæræ ad quam convexa vitri facies tornata eſt, ſit 100 pedum ſive 1200 unciarum; S autem, ſemidiameter aperturæ, ſit duarum unciarum: utique diameter parvi circuli ante dicti, (hoc eſt, $\frac{R\,q \times S\,cub}{I\,q \times D\,quad.}$) erit $\frac{31 \times 31 \times 8}{20 \times 20 \times 1200 \times 1200}$ (ſive $\frac{961}{72000000}$.) partes unius unciæ. Atqui diameter alterius parvi circuli, per quem nimirum radii inæquali ſua refrangibilitate diffuſi ſunt, erit circiter *55ta* pars aperturæ vitri objectivi; quam quidem aperturam jam poſuimus eſſe quatuor unciarum. Ergo error qui oritur a ſphærica figura vitri, ad errorem qui oritur a diverſa radiorum refrangibilitate, eſt ut $\frac{961}{72000000}$ ad $\frac{4}{55}$; hoc eſt, ut 1 ad 5449. Quare cum error ille adeo parvus ſit in comparationem, utique non eſt conſideratione dignus.

Verum hic quæri poteſt; ſi errores, qui ex diverſa radiorum refrangibilitate oriuntur, adeo ſint ingentes; qui ergo fiat, ut res objectæ per conſpicilla tubulata inſpectæ tam diſtinctæ appareant, quam eas revera apparere experimur. Reſpondeo, hoc ideo ita ſe habere, quia radii errantes non uniformiter per totum id rotundum ſpatium diffuſi ſunt; ſed in centrum infinito, quam in aliam ullam circuli partem, denſius collecti ſunt; a centro autem ad uſque circumferentiam rareſcunt continuo, donec in ipſa tandem circumferentia infinite rari evadunt; & propter raritatem iſtam minus fortes ſunt, quam ut ſenſu percipi poſſint, niſi in ipſo centro aut propius ab eo. Sit enim A D E (*Fig. 27. Tab. V.*) iſtiuſmodi circulus, centro C & ſemidiametro A C deſcriptus; ſitque B F G minor circulus, eodem cum iſto A D E centro deſcriptus, ejuſque diametrum A C circuitu ſuo interſecans in B: biſſeca autem A C in N. Jam, ut ego quidem calculum poſui, denſitas luminis in quovis loco B, erit ad denſitatem ejuſdem in N, ut A B ad B C; totumque lumen intra circulum minorem B F G, ad totum lumen intra majorem A E D, erit ut exceſſus quadrati A C ſuper quadratum A B, ad quadratum ipſius A C. Exempli gratia: ſi B C ſit quinta pars iſtius A C; lumen in B quadruplo denſius erit, quam in N; & totum lumen intra minorem circulum, ad totum lumen intra majorem, erit ut 9 ad 25. Ex quo manifeſtum eſt, lumen intra minorem circulum ſenſum multo fortius afficere debere, quam lumen illud debilius & in raritatem dilatatum,

E 2 quod

quod inter circumferentiam majoris minoriſque circuli eſt circumcirca diſperſum.

Verum & illud hic inſuper obſervandum eſt, colorum priſmate exhibitorum clariſſimos & fulgentiſſimos eſſe flavum & aureum. Hi ſenſum fortius, quam reliqui ſimul univerſi, afficiunt: hiſque proximi ſunt claritate, colores ruber & viridis. Cæruleus, cum hiſce comparatus, debilis eſt & tenebricoſus color; indicus autem & violaceus, multo etiam iſtis languidior. Adeo ut ii, in colorum clariorum comparationem, parvi momenti ſint habendi. Rerum igitur objectarum imagines collocandæ ſunt, non in foco radiorum mediocriter refrangibilium, qui ſunt in confinibus viridis & cærulei; ſed in foco eorum radiorum, qui inter aureum colorem & flavum interjacent; eo in loco ubi color omnium lucidiſſimus eſt & fulgentiſſimus, hoc eſt, in colore flavo clariſſimo, ſive eo qui ad aureum propius quam viridem accedit. Atque horum quidem radiorum refractione, (quorum ſinus incidentiæ & refractionis in vitro ſunt ut 17 & 11,.) dimetienda eſt refractio vitri & cryſtalli ad uſus Opticos. Ponamus itaque corporis objecti imaginem in foco horum radiorum: jamque omnes radii flavi & aurei collecti erunt intra circulum, cujus diameter ſit circiter 250*ma* pars diametri aperturæ vitri. Quod ſi his addideris clariorem partem dimidiam rubri, (eam ſcilicet quæ aureo proxima eſt,) & clariorem partem dimidiam viridis, (eam ſcilicet quæ flavo proxima eſt:) jam circiter $\frac{3}{5}$ partes luminis horum duorum colorum intra circulum ante dictum cadent, & $\frac{2}{5}$ partes extra eum cadent circumcirca; quæque luminis hujuſce pars extra circulum cadet, ea per ſpatium fere altero tanto majus, quam quæ intra cadet, diffundetur; ac proinde in toto tribus fere tantis rarior erit facta. Ex reliqua autem parte dimidia colorum rubri & viridis, (hoc eſt, ex rubro tenebricoſo ſaturatiſſimo & viridi ſaligneo,) circiter $\frac{1}{4}$ pars intra circulum prædictum cadet, & $\frac{3}{4}$ extra; quæque hujus luminis pars extra circulum cadet, ea per ſpatium circiter quatuor aut quinque partibus majus, quam quæ intra cadet, diffundetur: Ac proinde hoc lumen in toto rarius erit, idque circiter viginti quinque partibus, quam totum lumen intra circulum incluſum; quinimo, ut verius dicam, lumen hoc extra circulum, amplius triginta aut quadraginta partibus quam id quod eſt circulo incluſum, rarius erit; quippe color ruber extremus in fine coloratæ imaginis priſmate effictæ, jam ante tenuis admodum & rarus fuerat; itemque viridis ſaligneus rarior aliquanto quam aureus ac flavus. Quare horum colorum lumen, cum ſit tanto rarius quam id quod intra circulum cadat, utique ſenſum vix movere poterit. Præſertim cum color ruber ſaturatior, & viridis ſaligneus hujuſce luminis colores ſint multo, quam reliqui, fuſciores. Eandem autem ob cauſam colores cæruleus & violaceus, cum ſint etiam adhuc multo, quam illi, obſcuriores, multoque etiam magis rarefacti, omnino negligi poterunt. Etenim denſum illud clarumque lumen in circulo incluſum offundet obſcurabitque rarum & languidum fuſciorum horum colorum circumjectorum lumen; efficietque ut hi ſenſu percipi vix queant. Itaque puncti lucidi imago, quæ ſenſu percipi poſſit, vix excedet magnitudine circulum, cujus diameter ſit 250*ma* pars diametri aperturæ vitri objectivi teleſcopii melioris: ſaltem non multo latior eo erit; ſi excipias languidum, obſcurum, nubilumque admodum circumfuſum lumen, cujus haud fere ullam habebit ſpectator rationem. Proinde in conſpicillo tubulato, cujus apertura ſit quatuor unciarum, & longitudo pedum centum; hæc imago non excedet 2″, 45‴, aut 3″. Et in conſpicillo tubulato, cujus apertura ſit binarum unciarum, & longitudo 20 aut 30 pedum; poterit eſſe 5″ aut 6″, vix autem major eo. Quod quidem experientiæ optime congruit. Etenim Aſtronomi quidam, per conſpicilla tubulata ſupra vicenos pedes, & infra ſexagenos, longa; obſervarunt diametros ſtellarum fixarum, eſſe circiter 5″ aut 6′, aut ſummum 8″ aut 10″. Verum ſi vitrum ocularium, facis lychnive fumo leniter infuſcatum ſit, quo lumen ſtellæ obſcuretur; jam languidum illud lumen, quod erat in circuitu ſtellæ, evaneſcet; ſtellaque ipſa (ſi vitrum ſatis ſit fumo infuſcatum) ad puncti Mathematici ſimilitudinem propius accedet. Quam porro eandem ob cauſam, enorme illud lu-

lumen, quod eſt in circumferentia cujuſque puncti lucidi, minus ſentiri debet in brevioribus teleſcopiis, quam in longioribus; quia breviores minus luminis ad oculum tranſmittunt.

Cæterum Stellas fixas, ob immenſam diſtantiam, inſtar punctorum eſſe, niſi quatenus earum lumen refractione dilatatur, inde conſtat; quod, ubi Lunam ſubeunt, eclipſin paſſuræ, lumen earum non gradatim (ut fit in planetis,) ſed totum ſimul evaneſcit, &, finita eclipſi, totum ſimul in conſpectum redit; aut certe intra ſpatium dimidii unius minuti ſecundi; refractione ſcilicet in atmoſphæra Lunæ, tempus luminis & evaneſcentis & in conſpectum denuo redeuntis, aliquantulum protrahente.

Quod ſi jam igitur ponamus puncti lucidi imaginem, quæ ſenſu percipi poſſit, latitudinem habere omnino 250 partibus minorem latitudine aperturæ vitri objectivi; at etiam hæc valde grandis erit imago, ſi cum ea comparetur, quæ ex ſphærica ſolummodo vitri figura fuiſſet oritura: etenim, abſque diverſa radiorum refrangibilitate eſſet, latitudo ejuſdem imaginis in teleſcopio pedes centum longo, cujus apertura ſit quatuor unciarum, omnino haud amplius $\frac{961}{72000000}$ partes unciæ foret complexura; uti ex præcedenti computatione liquet. Quare, in hoc caſu, errores maximi qui e ſphærica vitri figura oriantur, ad errores ſenſibiles maximos qui e diverſa radiorum refrangibilitate oriantur, erunt ſummum ut $\frac{961}{72000000}$ ad $\frac{4}{250}$; hoc eſt, ut 1 duntaxat ad 1200. Ex quo abunde quidem apparet, conſpicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta atque abſoluta conſtrui queant, non utique ſphæricas vitrorum figuras, ſed diverſam radiorum ipſorum refrangibilitatem, in cauſa eſſe.

Adhæc aliud argumentum eſt quo itidem inferri poſſit, diverſam radiorum refrangibilitatem revera in cauſa eſſe, quamobrem conſpicilla tubulata omnibus numeris perfecta conſtrui nequeant. Etenim radiorum errores, qui quidem e ſphæricis vitrorum objectivorum figuris oriantur, ſunt ut cubi aperturarum vitrorum objectivorum: & exinde, quo teleſcopia varia longitudine res objectas ita varie amplificent, ut tamen illæ in ſingulis æque diſtinctæ appareant; aperturæ vitrorum objectivorum, potentiæque amplificandi, deberent eſſe ut cubi radicum quadratarum longitudinum tuborum: quod experientiæ non reſpondet. At radiorum errores ii, qui e diverſa refrangibilitate oriuntur, ſunt ut ipſæ aperturæ vitrorum objectivorum: & exinde, quo teleſcopia varia longitudine res objectas jam ita varie amplificent, ut tamen illæ in ſingulis æque diſtinctæ appareant, aperturæ, & potentiæ amplificandi, debent eſſe ut ipſæ radices quadratæ longitudinum. Idque, ut bene notum eſt, experientiæ reſpondet. Exempli gratia: teleſcopium 64 pedum in longitudinem, & cujus apertura ſit unciarum $2\frac{2}{3}$, rem objectam circiter centies & vicies amplificatam, tamen æque diſtinctam exhibet, ac teleſcopium unius pedis in longitudinem, & cujus apertura ſit $\frac{1}{3}$ unius unciæ, eam quindecies exhibet amplificatam.

Quod ſi jam radii non eſſent diverſe refrangibiles, conſpicilla tubulata multo, quam adhuc deſcripſimus, perfectiora conſtrui poſſent; componendo vitra objectiva ex binis vitris, incluſa intus aqua, conglutinatis. Sit A D F C (*Fig.* 28. *Tab. V.*) vitrum objectivum, compoſitum ex duobus vitris A B E D & B E F C, ab exteriore ſui parte A G D & C H F conſimiliter convexis, & ab interiore ſui parte B M E & B N E conſimiliter concavis; ſitque aqua in cavitatem B M E N concluſa. Porro ſit ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis e vitro in aerem, ut I ad R; ex aqua autem in aerem, ut K ad R; & conſequenter e vitro in aquam, ut I ad K. Diameter ſphæræ, ad quam facies convexæ A G D & C H F tornatæ ſint, eſto D: diameterque ſphæræ, ad quam facies concavæ B M E & B N E tornatæ

ſint,

ſint, eſto ad D, ut radix cubica illius K K — K I ad radicem cubicam illius R K — R I: jamque refractiones in concavis vitrorum faciebus, multum corrigent errores refractionum in convexis faciebus; quatenus quidem ii e ſphærica vitri figura oriuntur. Atque hac quidem ratione conſpicilla tubulata ſatis admodum perfecta atque abſoluta conſtrui poſſent; ſi utique diverſa radiorum genera non forent diverſe refrangibilia. Verum enimvero, propter diverſam hancce refrangibilitatem, non equidem video qui fieri queat, ut conſpicilla tubulata ſolis refractionibus excoli atque perfici poſſint; niſi forte ea ratione, quæ in eiſdem amplius in longitudinem extendendis verſatur, effici hoc quadantenus poſſit: quem quidem ad finem, nuperum *Hugenii* inventum optime videtur accommodatum. Etenim tubi prælongi valde moleſti & incommodi ſunt, & tractatu difficillimi; & præterea, propter nimiam longitudinem, facile incurveſcunt & quatiuntur; eoque pacto efficiunt, ut res objectæ perpetuo tremere videantur, & non ſine multo negotio diſtincte cerni queant: cum jam e contrario, adhibito *Hugenii* invento, & tractatu faciliora ſint vitra; & ſpecialiter vitrum objectivum, perticæ fortiori erectæque infixum, ſtabile ac firmum maneat.

Quandoquidem igitur refractionibus perficere conſpicilla tubulata, quæ ſint datarum longitudinum, in negotiis deſperatis eſt; excogitavi quondam teleſcopium, quod res objectas reflexione inſpiciendas exhiberet: utebar autem, loco vitri objectivi, metallo concavo. Diameter ſphæræ, ad quam metallum concavum tornatum fuit, complectebatur circiter 25 uncias Anglicas; & conſequenter longitudo inſtrumenti erat circiter unciarum $6\frac{1}{4}$. Vitrum ocularium plano-convexum erat; & diameter ſphæræ, ad quam convexa ipſius facies tornata fuit, erat circiter $\frac{1}{5}$ unciæ, aut paulo infra id; ac proinde hoc vitrum rem objectam triginta aut quadraginta tantis vero ampliorem repræſentabat. Alia computandi ratione, inveni illud circiter triginta quinque tantis ſpecie ampliorem rem objectam exhibere. Metallum concavum id erat, quod aperturam unciæ unius & $\frac{1}{3}$ ferre poſſet. Verum apertura definita erat, non circulo opaco marginem metalli circum obtegente, ſed circulo opaco inter vitrum ocularium & oculum collocata, in cujus medio parvum rotundum foramen erat, per quod radii ad oculum tranſmitterentur. Etenim circulus iſte ibi collocatus, intercipiebat plurimum errantis luminis, quo aſpectus alioquin interturbatus fuiſſet. Quum hoc inſtrumentum cum conſpicillo tubulato ſatis bono, quod in longitudinem haberet quatuor pedes, & cujus vitrum ocularium concavum eſſet, compararem; e loco longinquiore, mei inſtrumenti ope, quam iſtius conſpicilli, literas legere poteram. Attamen in meo inſtrumento corpora objecta multo, quam in iſto conſpicillo vitreo, tenebroſiora videbantur; partim quia plus luminis inter reflectendum a metallo, quam inter refringendum a vitro, intercidebat & amittebatur; & partim, quia inſtrumentum meum nimium ad amplificandum eſſet comparatum. Etenim ſi meum inſtrumentum corpora objecta non amplius triginta aut viginti quinque tantis vero ampliora exhibuiſſet; utique illa clariora jam & lucidiora in eo apparuiſſent. Duo hujuſmodi inſtrumenta, ante hos annos circiter ſexdecim, conſtruxi: quorum alterum adhuc apud me eſt; ipſumque quam vera ſint, quæ ſcribam, cuilibet demonſtrare poterit. Veruntamen id diuturnitate temporis paulo deterius eſt factum. Etenim metalli concavi nitor ſæpius infuſcatus fuit; qui tamen nitor, corii mollioris affrictu, iterum eſt reſtitutus. Cum hæc inſtrumenta confeciſſem; artifex Londinenſis id ſibi ſumpſit, ut ea imitaretur. Verum cum ille metallum alia ratione poliret, quam ego feciſſem: ejus inſtrumentum multum infra mei bonitatem cecidit; uti ex opifice inferiori, qui illi hac in re operam dederat, poſtea audivi. Cæterum ego quidem metallum hac ratione perpolivi. Duas laminas cupreas, alteram convexam, concavam alteram, uncias ſenas diametro complectentes, & inter ſe optime aptatas, accipiebam. Harum ſuper ea quæ convexa erat, metallum objectivum concavum, quod erat mihi poliendum, atterebam uſque eo, donec in figuram laminæ convexæ reſpondentem tornatum eſſet, & ad polituram eſſet paratum.

tum. Tum laminam convexam pice liqueſacta deſuper inſtillata valde tenuiter induebam, caleſaciebamque interea, ut pix tamdiu mollis permaneret, dum eam lamina cuprea concava contererem nonnihil madeſacta, quo lamina convexa pice ex æquo uſquequaque diffuſa indueretur. Atque hoc quidem pacto, attritis diutule inter ſe lamellis, picem in ſummam tenuitatem diducebam. Cumque lamina convexa refrigerata eſſet, picem iterum, admota concava lamina, conterebam, ut figuram ſortiretur quam poſſet maxime aptam atque accuratam. Tum ſtanni uſti aliquantum, quod a particulis ſuis craſſioribus multa lotura ſeparaſſem, & in ſummam ſubtilitatem coegiſſem, piei iſti ſuperinjectum, admota iterum lamina cuprea concava, conterebam uſque eo, donec ſtridere deſiit: & deinde ſuper pice metallum objectivum, brachio celeriori, & pluſculo virium adhibito, ad duo circiter triave minuta, atterebam. Tum ſtannum uſtum denuo pici eidem ſuperinjectum, admota iterum lamina cuprea concava conterebam, donec rurſus ſtridere deſiit: & deinde ſuper pice metallum objectivum, ut prius, atterebam. Hocque idem ſæpius iterabam, donec metallum eſſet perpolitum. Ad extremum autem enixius jam, adhibitis totis viribus, atque etiam diutius illud atterebam; picemque, nullo amplius ſuperinjecto ſtanno uſto, ſufflabam identidem, ut ea humida permaneret. Metallum hoc objectivum latum erat uncias duas, & circiter tertia unciæ parte craſſum, ne forte inflecti poſſet. Duo hujuſmodi metalla habui: & cum utrumque poliviſſem, explorabam utrum eorum melius eſſet: alterumque iterum atterebam, ſi forte ut id adhuc melius eſſet illo, quod apud me ſervaveram, efficere poſſem. Atque hoc pacto, ſæpe experiundo, metalli expoliendi rationem edidici; donec tandem bina illa conſpicilla ſuperius memorata, quæ res objectas reflexione inſpiciendas præberent, fabricaverim. Etenim hæc metalli perpoliendi ars aſſiduo uſu melius, quam præceptis omnibus, ediſci poterit. Antequam metallum objectivum ſuper pice attererem; ſemper ſtannum uſtum, admota lamina cuprea concava, prius ſuper eadem atterebam, uſque eo, donec ſtridere deſiit: quoniam ſtanni uſti particulæ, niſi pici hoc modo ita ſint infixæ, uti nulla ex parte poſſint ſe torquendo excitare; ſeſe hac illac provolvendo interradent metallum objectivum, parviſque innumeris foraminibus aſperum id & inæquale facient.

Verum quandoquidem metallum multo, quam vitrum, difficilius eſt politu; & poſtquam politum eſt, facillime, infuſcato nitore ſuo, ineptum fit ad uſus opticos; atque etiam omnino luminis minus reflectit, quam vitrum argento vivo indutum: ſuaderem equidem, ut, loco metalli, vitrum adhibeatur, ab anteriore ſui parte concavum, a poſteriori autem parte ex æquo convexum, & ab iſta convexa quidem parte argento vivo indutum. Vitrum uſquequaque una eademque prorſus craſſitudine ſit oportet. Alioqui res objectas coloribus variatas exhibebit, & minus diſtinctas. Hujuſmodi vitro adhibito, conatus ſum ante hos quinque aut ſex annos teleſcopium reflectens conſtruere, quod cum in longitudinem eſſet quatuor pedum, corpora objecta circiter centies & quinquagies vero ampliora repræſentaret: planeque adductus eram ut crederem, quo hoc inventum omnibus numeris perfectum atque abſolutum reddi poſſit, nihil præter artificem peritum deeſſe. Etenim vitrum quo utebar, ab artifice quodam Londinenſi politum, eodem modo ac vitra ad conſpicilla tubulata poliri ſolent; quamvis non minus bene expolitum, quam eſſe ſolent vitra objectiva, videretur; tamen, cum deinde argento vivo indutum eſſet, apparebat jam ex reflexione innumeris id undique inæqualitatibus criſpum eſſe. Quæ quidem inæqualitates, quominus objecta in inſtrumento jam dicto cerni diſtincte potuerint, effecerunt. Nam errores radiorum reflexorum ex quavis vitri inæqualitate orti, circiter ſextuplo grandiores ſunt, quam errores radiorum refractorum ex eiſdem vitri inæqualitatibus orituri. Attamen ex hoc experimento illud intellexi; reflexionem a concava vitri facie, quæ ne omnia perturbaret metueram, nihil hic incommodi, quod quidem ſenſu percipi potuerit, attuliſſe; & conſequenter, quominus hujuſmodi teleſcopia omnibus numeris perfecta conſtrui queant, nihil plane deeſſe præter peritos opifices, qui vitra perpolire & in ſphæræ figuram accurate tor-

nare

nare calleant. Vitrum objectivum ad teleſcopium quatuordecim pedum, ab artifice quodam Londinenſi expolitum, ipſe quondam multo melius feci, atterendo id ſuper picem ſtanno uſto conſperſam; levi autem ac molli brachio hoc faciebam, ne ſtannum uſtum id interraderet. Annon vitra ad reflectendum comparata, eadem ratione ſatis bene perpoliri poſſint, equidem nondum expertus ſum. Verum quicunque hac vel alia quavis, quæ ei viſa fuerit, vitrorum poliendorum ratione uti volet; certe debebit is vitra ad polituram præparanda, leviori prius manu atterere; & minus virium, quam ſolent opifices Londinenſes in vitris ſuis tornandis, adhibere. Etenim vitra nimis violenter appreſſa, ne flectantur nonnihil inter atterendum, periculum erit. Si autem inflectantur, omnino figura eorum vitiabitur. Quo igitur horum vitrorum reflectentium ſpeculationem iſtiuſmodi artificibus, qui vitrorum figurandorum curioſiores ſint, amplius commendem; conſpicillum antedictum in ſequenti propoſitione ſingulatim deſcribam.

PROPOSITIO VIII. PROBLEMA II.

Conſpicilla tubulata in brevitatem contrahere.

SIt *a b d c* (*Fig. 29. Tab. V.*) vitrum, ab anteriore ſui parte *b a* ſphærice concavum; a poſteriori autem parte *c d*, ex æquo convexum: adeo ut uſquequaque una eademque ſit craſſitudine. Cave inæquali craſſitudine ſit; ne res objectas coloribus variatas exhibeat, & minus diſtinctas. Sit porro accurate expolitum, & a poſteriore ſui parte argento vivo indutum; inque tubo *v x y z*, qui intus valde niger ſit oportet, apte infixum. Sit *e f g* priſma vitreum aut cryſtallinum, prope ab altera tubi extremitate, in medio collocatum; hoc eſt, anſæ æneæ aut ferreæ *f g k*, ab extremo ſe in latitudinem laxanti atque complanatæ, agglutinatum. Sit priſmatis iſtius angulus *e* rectus; reliqui autem duo anguli *f* & *g* inter ſe accurate æquales, & conſequenter ſemirecti: ſintque planæ facies *f e* & *g e* quadratæ; & conſequenter tertia facies *f g* parallelogrammum rectangulum, cujus longitudo ad latitudinem ſuam erit in ſubduplicata proportione duorum ad unum. Sit priſma iſtud in tubo ita collocatum, ut axis ſpeculi per mediam faciem quadratam *e f* ad perpendiculum tranſeat, & conſequenter per mediam faciem *f g* in angulo 45 graduum. Obvertatur facies *e f* ad ſpeculum: diſtentque priſma & ſpeculum inter ſe tali intervallo, ut radii luminis *p q*, *r s*, &c. qui in ſpeculum incidunt in lineis axi ipſius parallelis, ingrediantur in priſma per faciem *e f*, & reflectantur a facie *f g*, indeque per faciem *g e* exeant ad punctum *t*, quod communem eſſe focum oportet ſpeculi *a b d c*, & vitri ocularii plano-convexi *h*, per quod radii iſti ad oculum egrediantur. Denique radii jam e vitro illo egredientes, tranſmittantur per tenue rotundum foramen, ſive aperturam, in parva lamella ex plumbo, ære, argentove, qua vitrum obtegi oportet: idque foramen ea ſit magnitudine, quæ omnino ad tantum luminis tranſmittendum, quantum ad videndum ſatis ſit, neceſſaria fuerit. Etenim eo pacto res objecta diſtincte videbitur; quippe lamina, in qua id foramen ſit, lucem illam omnem errantem, quæ forte a marginibus ſpeculi *b a* advenerit, intercipiet. Hujuſmodi inſtrumentum bene apteque conſtructum, ſi in longitudinem habeat ſex pedes, (computando longitudinem iſtam a ſpeculo ad priſma, & inde ad focum *t*,) feret aperturam in ſpeculo ad ſex ipſas uncias; & rem objectam ducentis aut trecentis partibus ſpecie ampliorem repræſentabit. Verum apertura hic commodius foramine *h* definitur, quam ſi in ipſo ſpeculo definita eſſet. Si inſtrumentum longius breviuſve faciendum ſit; apertura debebit proportione eſſe, ut cubus radicis quadrato-quadratæ longitudinis; & amplificandi potentia, ut apertura. Cæterum conveniens erit, ut ſpeculum ſit uncia una minimum aut duabus latius, quam apertura: itemque ut vitrum, ex quo ſpeculum conſtat, craſſum ſit; ne inter poliendum forte inflectatur. Priſma *e f g* tam parvum eſſe debet, quam poſſit commode fieri; & poſteriorem ipſius faciem *f g* argento vivo indui non opor-

portebit. Quippe ſine argento vivo ea lumen omne, quod ſibi e ſpeculo inciderit, reflectet.

In hoc inſtrumento res objecta videbitur inverſa: verum erigi poterit: efficiendo ut facies quadratæ *e f* & *e g* priſmatis *e f g*, non jam planæ, ſed ſphærice convexæ ſint; ut radii tam antequam in priſma incidant, quam poſtea inter id & vitrum ocularium, ſe decuſſatim ſecent. Porro, ſi poſtuletur ut hoc inſtrumentum ampliorem aperturam ferat; id etiam ita fieri poterit, ſi ſpeculum componatur ex duobus vitris, incluſa intus aqua, conglutinatis.

Veruntamen ſi id omne demum, quod quis expectare aut ſibi proponere queat, arte poſſet effici; nihilominus certi eſſent limites, ultra quos teleſcopia nullo modo perfici poſſent. Etenim aer, quem tranſpicimus, perpetuo tremit; uti videre eſt ex motu tremulo umbrarum de turribus altis projectarum, & ex Stellarum fixarum ſcintillatione. At Stellæ iſtæ non ſcintillant, cum aſpiciuntur per teleſcopia, quæ latas habent aperturas. Etenim luminis radii, qui per diverſas partes aperturæ tranſeunt, tremunt ſinguli ſeorſum; variiſque & contrariis tremoribus incidunt uno eodemque tempore in diverſa puncta in fundo oculi; celerioribus utique motibus, & confuſioribus, quam ut ſeparatim ſenſu percipi poſſint. Quæ quidem omnia puncta conſtituunt unum latum punctum lucidum, compoſitum ex multis illis punctis trementibus, motu celerrimo & vibrationibus breviſſimis inter ſe confuſe & inſenſibiliter permixtis; efficiuntque ut Stella juſto latior videatur, itemque ſine ullo totius tremore, qui quidem ſenſu percipi poſſit. Teleſcopia longa efficere poterunt ut objecta videantur lucidiora & ampliora: at nullo modo ita comparari, ut confuſioni iſti, quæ ex aeris tremoribus oritur, remedium afferre queant. Remedium unicum eſt aer ſereniſſimus, qualis fortean in ſummis montium altiſſimorum verticibus ſupra nubes craſſiores reperiatur.

Digitized by Google

O P T I C E S

L I B E R P R I M U S.

P A R S S E C U N D A.

P R O P O S I T I O I. T H E O R E M A I.

Phænomena colorum in refracto, aut reflexo lumine, non oriuntur ex novis modificationibus luminis, quæ, pro variis luminis umbræque terminationibus, varie ſint impreſſæ.

Probatio ab Experimentis deſumpta.

E X P E R I M E N T U M I.

ETENIM ſi Solis radius in cubiculum valde tenebricoſum immittatur per foramen oblongum F, (*Fig.* 1. *Tab. I.*) cujus latitudo ſit $\frac{1}{6}$ aut $\frac{1}{8}$ unciæ, vel paulo minor eo; iſque radius FH trajiciatur deinde, primo per priſma ampliſſimum ABC, quod intervallo circiter viginti pedum a foramine diſtet, eique parallelum ſit; poſtea autem tranſeat (alba nimirum iſtius radii pars) per corporis nigri & opaci GI foramen oblongum H circiter $\frac{1}{40}$ aut $\frac{1}{60}$ unciæ parte latum, quod intervallo duorum triumve pedum a priſmate, ſituque tum ad ipſum priſma tum ad prius foramen parallelo, ſit collocatum; ſique hoc lumen album, ita per foramen H tranſmiſſum, incidat deinceps in chartam albam *pt*, ultra id foramen H, interjecto trium quatuorve pedum intervallo, collocatam; ibique depingat ſolitos priſmatis colores; puta rubrum ad *t*, flavum ad *ſ*, viridem ad *r*, cæruleum ad *q*, & violaceum ad *p*: ſi hæc, inquam, ita diſpoſita ſint; poteris, interponendo virgulam ferream, aut aliud quodlibet tenue opacum corpus, cujus latitudo ſit circiter $\frac{1}{10}$ unciæ; eoque pacto intercipiendo radios ad *k*, *l*, *m*, *n*, vel *o*; efficere, ut colorum unus quilibet ad *t*, *ſ*, *r*, *q*, aut *p*, evaneſcat; dum reliqui, ut prius, in charta adhuc apparebunt, nihil immutati: vel, interpoſita virgula paulo latiori, efficere poteris ut colores bini quilibet, ternive, aut quaterni, nihil mutatis reliquis, evaneſcant: adeo ut colorum alius quilibet, æque ac violaceus, poſſit exterior fieri in confinibus umbræ ad *p*; & alius quilibet, æque ac ruber, poſſit exterior fieri in confinibus umbræ ad *t*; item quilibet eorum poſſit confinis eſſe ei umbræ, quæ interpoſitu virgulæ R intermediam aliquam luminis partem intercipientis, in medio imaginis intra ipſos colores fiat; & denique quilibet eorum, ſi interceptis reliquis, ſolus relinquatur, poſſit umbræ ex utraque ſui parte ſimul confinis eſſe. Scilicet ſinguli colores, quælibet umbrarum confinia ſine ullo diſcrimine ferunt: & conſequenter horum colorum diverſitas inter ſe non oritur (quomodo philoſophi adhuc docuerunt) ex diverſis umbrarum confiniis, quibus lumen varie modificetur. Cæterum id in hiſce experimentis capiendis obſervandum eſt: quanto foramina F & H tenuiora fiant, eorumque ac priſmatis intervalla ſint majora, cubiculumque tenebroſius ſit factum; tanto melius ſub manus

ſuc-

Digitized by Google

ſuccedere experimentum; modo lumen non uſque eo diminuatur, quin colores ad *p t*, ſatis adhuc clare diſcerni queant. Priſma ex vitro quidem ſolidum comparare, quod ad hoc experimentum ſatis magnum ſit, difficile fuerit. Quare vas ex laminis vitreis perpolitis, in formam priſmatis, incluſa intus aqua ſalſa vel oleo claro, conglutinatis adhiberi poterit.

EXPERIMENTUM II.

Solis luminis radius in cubiculum tenebricoſum per foramen F (*Fig.* 2. *Tab. I.*) rotundum & ſemuncia latum immiſſus, tranſibat primo per priſma A B C foramini iſti admotum, & deinde per lentem P T paulo amplius quatuor uncias latam, & circiter octo pedibus a priſmate diſtantem; indeque convergebat ad O, focum lentis, circiter tribus pedibus ab ipſa lente diſtantem; quo in loco incidebat denique in chartam albam D E. Quando charta iſta lumini incidenti objecta erat ad perpendiculum, quomodo in poſitu D E depicta eſt: colores univerſi, ei in O incidentes, albi apparebant. At quando charta circa axem ſuum priſmati parallelum ita convertebatur, ut ad lumen valde facta eſſet inclinata; quomodo in poſitionibus *e d* & *ε δ* depicta eſt: jam illud idem lumen in uno caſu flavum atque rubrum apparebat, in altero cæruleum. Hic una eademque luminis pars, in uno eodemque loco, pro variis chartæ inclinationibus, uno in caſu alba apparebat, in alio flava aut rubra, in alio cærulea; interea dum luminis umbræque confinium, priſmatiſque refractiones, in hiſce omnibus caſibus plane eadem manebant, nihilque immutata.

EXPERIMENTUM III.

Aliud conſimile experimentum facilius etiam hoc modo capi poterit. Amplior Solis luminis radius per feneſtræ operculi foramen in cubiculum tenebricoſum tranſmiſſus, refringatur majori priſmate A B C, (*Fig.* 3. *Tab. I.*) cujus angulus refringens C ſit amplius ſexaginta graduum: & ſimul ut primum iſte radius e priſmate exierit, incidat deinceps in chartam albam D E, a tergo inſpiſſatam ad rigiditatem. His ita diſpoſitis: quum charta lumen illud excipiat ad perpendiculum objecta, quomodo ad D E depicta eſt; id ſuper charta videbitur album plane: quum autem charta ad lumen valde ſit inclinata, ita tamen ut axi priſmatis ſemper parallela ſit; utique ejus totius luminis albor, qui ſuper charta viſus fuerat, jam pro eo ac charta in hanc vel illam partem inclinata ſit, immutabit ſe vel in colorem flavum & rubrum, ut in poſitu *e d*; vel in cæruleum & violaceum, ut in poſitu *ε δ*. Quod ſi id lumen, antequam in chartam incidat, duobus priſmatibus inter ſe parallelis bis fuerit refractum ad eaſdem partes; jam colores ante dicti, multo evidentiores clarioreſque videbuntur. In hoc experimento, mediæ omnes partes latioris illius albi luminis radii, qui in chartam incidebat, utique ſine ullo umbræ confinio, qua modificari poſſent, factæ ſunt coloratæ; idque ea ratione, ut unum eundemque colorem uſquequaque induerint; quippe cum in medio chartæ idem ſemper, atque in extremis, color eſſet; iſque color ſe pro varia chartæ reflectentis obliquitate immutaret, ſine ulla vel refractionum vel umbræ vel luminis ipſius in chartam incidentis mutatione. Quare horum colorum cauſa, non novis luminis modificationibus, quæ ex refractionibus ſcilicet atque umbris ortum habeant, ſed omnino alii alicui rei tribuenda eſt.

Quod ſi jam ea cauſa, quæ ſit, quæratur: Reſpondeo; chartam in poſitu *e d*, quum radiis magis refrangibilibus obliquius quam minus refrangibilibus objecta ſit, utique a poſterioribus fortius quam a prioribus illuminari; ac proinde radios minus refrangibiles tum in lumine reflexo prævalere & dominari: qui quidem radii, ubicunque prævalent, lumen ſemper colore rubro aut flavo inficiunt; uti ex prima propoſitione primæ Partis hujus Libri quodam modo apparere poteſt, & uberius infra comprobabitur. Quum autem charta in poſitu *ε δ* collocata ſit; omnia tum contra,

Digitized by Google

ac dicta ſunt, eveniunt: radiis nimirum magis refrangibilibus, qui lumen colore cæruleo & violaceo ſemper inficiunt, tum prævalentibus.

EXPERIMENTUM IV.

Colores bullarum, quibus pueri ludere ſolent, varii ſunt; ſitumque ſuum, nulla habita umbræ confinii ratione, varie immutant. Si hujuſmodi bulla vitro concavo tecta ſit, quominus vento aliove ullo aeris motu agitetur; colores ſitum ſuum lente & regulariter mutabunt, etiam dum oculus & bulla & corpora omnia, quæ vel lumen emittant, vel umbram projiciant, immota manent. Itaque colores hujuſmodi bullarum oriuntur ex cauſa aliqua regulari, quæ ex umbræ confinio nullo modo pendet. Ea autem cauſa, quæ ſit, in ſecundo Libro oſtendetur.

Ad hæc experimenta addi poteſt decimum experimentum primæ Partis hujus Libri; ubi Solis lumen in cubiculo tenebricoſo per parallelas binorum priſmatum in formam parallelopipedi colligatorum ſuperficies trajectum, cum jam e priſmatibus emergeret, ex toto flavum aut rubrum apparebat uniformiter. Ad quorum quidem colorum generationem nihil omnino conferre poterat confinium umbræ. Etenim id lumen ſe ex albo in flavum, aureum, & rubrum, ex ordine mutat; ſine ulla umbræ confinii mutatione. Et in ambobus extremis luminis emergentis lateribus, ubi contraria umbræ confinia contrarios effectus obtinere deberent, color unus idemque eſt, ſive ſit albus, flavus, aureus, ſive ruber. Atque etiam in medio luminis emergentis, ubi nullum eſt omnino umbræ confinium, color idem eſt plane qui in extremis: nempe totum lumen, cum primum emergit, unius eſt plane ac uniformis coloris, ſive is ſit albus, flavus, aureus, ſive ruber; indeque progreditur ſine ulla amplius coloris mutatione, qualem umbræ confinium in lumine refracto poſt emergendum efficere vulgo creditur. Neque vero fieri poteſt, ut colores iſti ex novis aliquibus modificationibus a refractione lumini impreſſis oriantur: quippe illi quidem ſe ex albo in flavum, aureum, & rubrum, ordine immutant; dum refractiones plane eædem manent: atque etiam refractiones iſtæ a ſuperficiebus inter ſe parallelis, quæ ſuos ipſarum invicem effectus retexunt, in contrarias partes factæ ſunt. Colores iſti igitur non oriuntur ex ullis modificationibus, quas refractiones vel umbræ lumini imprimere potuerint; ſed ex alia aliqua cauſa oriantur neceſſe eſt. Ea autem cauſa quæ ſit, ſupra in decimo illo experimento oſtendimus; & quæ ibi dicta ſunt, nihil opus eſt ut hic repetamus.

Aliud adhuc hujus experimenti adjunctum eſt, non parvi momenti. Cum enim id lumen emergens refringatur iterum tertio priſmate HIK (*Fig. 22. Tab. IV. Part. I.*) in chartam PT, ibique depingat ſolitos priſmatis colores, rubrum, flavum, viridem, cæruleum & violaceum: ſi jam colores iſti ex eo orirentur, quod id priſma lumen aliquo modo refractionibus ſuis modificaret; utique illi non ineſſent in eo lumine, jam antequam id in priſma iſtud incideret. Attamen in experimento ante dicto res ita ſe habuit, ut cum, convertendo bina priora priſmata circa axem ſuum communem, colores omnes, excepto rubro evaneſcerent; id lumen, quod colorem rubrum exhibuit, jam ſolum relictum, apparuerit eodem plane colore rubro, etiam antequam in tertium priſma incideret. Et in univerſum quidem ex aliis experimentis rem ita ſe habere comperimus, ut cum radii, qui refrangibilitate inter ſe differant, a ſe invicem ſeparati ſint; eorumque unum quodvis genus ſeorſum conſideretur; color, quem illi tum conſtituunt, non poſſit ulla refractione aut reflexione, quæcunque ea ſit, mutari: quomodo omnino ſane mutari deberet, ſi colores nihil aliud eſſent, quam modificationes lumini a refractionibus, reflexionibus, umbriſque impreſſæ. Hanc porro coloris immutabilitatem, ſupereſt ut in ſequenti propoſitione deſcribam.

PRO-

Digitized by Google

PROPOSITIO II. THEOREMA II.

Omne lumen homogeneum, colorem habet proprium & ſuum, refrangibilitati ſuæ reſpondentem; iſque color nullis reflexionibus aut refractionibus mutari poteſt.

IN experimentis quartæ propoſitionis primæ Partis hujus Libri; cum radios heterogeneos a ſe invicem ſeparaſſem; imago *p t* (*Fig.* 23. 24. 25. *P. I.*) ex radiis a ſe invicem ſeparatis compoſita, videbatur ab uſque una extremitate *p*, quo radii maxime refrangibiles incidebant, ad alteram extremitatem *t*, quo radii minime refrangibiles incidebant, induta coloribus ex ordine, violaceo, indico, cæruleo, viridi, flavo, aureo, rubro, innumeriſque intermediis coloribus, per differentias quam minimas ab uno extremo ad alterum extremum pergentibus, & ſerie continuata in ſe invicem perpetuo deſinentibus. Adeo ut totidem eſſe viderentur colores, quot eſſent radiorum inter ſe refrangibilitate differentium genera: qui tamen omnes ſub ſpeciebus & nominibus colorum ſeptem principalium prædictorum comprehendi poſſint, tanquam eorum gradus innumeri.

EXPERIMENTUM V.

Jam colores hoſce non potuiſſe refractione mutari, inde intellexi, quod quum luminis iſtius modo unam exiguam partem, modo aliam exiguam partem, priſmate refringerem; quomodo in duodecimo experimento primæ Partis hujus Libri expoſitum eſt; color luminis nunquam ea refractione eſſet quicquam omnino immutatus. Cum enim rubri luminis pars ulla refringeretur; ea omnis ſemper eodem plane colore rubro permanſit, ac fuerat initio. Nihil coloris aurei, nihil flavi, nihil viridis, nihil cærulei, nihil ullius novi coloris, ea unquam refractione eliciebatur. Neque vero ſæpius repetitis refractionibus color iſte quicquam omnino immutabatur; ſed ſemper idem prorſus color ruber permanſit, qui fuerat initio. Eandem quoque conſtantiam & immutabilitatem in cæruleo, viridi, cæteriſque coloribus inveniebam. Similiter, quum per priſma oculo admotum, corpus aliquod parte ulla luminis hujuſce homogenei illuminatum inſpicerem; quomodo in decimoquarto experimento primæ Partis hujus Libri expoſitum eſt; nullum unquam colorem novum ea ratione generatum obſervare potui. Omnia corpora lumine heterogeneo quidem illuminata, confuſa admodum (uti ſupra dictum eſt) per priſma inſpicienti, variiſque novis induta coloribus videntur. At corpora lumine homogeneo illuminata, nihilo minus diſtincta per priſma inſpicienti, neque aliis coloribus induta videbantur, quam cum nudis oculis aſpicerentur. Omnino colores ipſorum refractione interpoſiti priſmatis nihil quicquam immutabantur. Cæterum cum coloris mutationem nullam hic eſſe factam dico, id ita dictum velim, ut de mutatione quæ ſenſu percipi poſſit, intelligatur. Etenim lumen quod ego hic appello homogeneum, cum non ſit plane perfecteque homogeneum; utique ex perpaululo, quod ei adhuc admixtum ſit, heterogenei luminis, perexigua aliqua coloris mutatio oriatur neceſſe eſt. Verum ſi id heterogenei luminis tam puſillum ſit factum, quam experimentis ante dictis quartæ propoſitionis fieri poſſit; ſane illa coloris mutatio minor erit, quam quæ ſenſu percipi queat; ac proinde in experimentis, quæ ſint ſenſus judicio exiſtimanda, pro nulla haberi debet.

EXPERIMENTUM VI.

Porro, ut colores iſti nulla refractione, ſic neque ulla reflexione, immutari potuerunt. Etenim corpora omnia, quæ eſſent natura colore albo, cinereo, rubro, flavo, viridi, cæruleo, aut violaceo; ut charta, cineres, minium, auripigmentum,

Digitized by Google

indicum, cæruleum montanum, aurum, argentum, cuprum, herba, cyanus, viola, bullulæ aquæ variis coloribus indutæ, plumæ pavoniæ; ligni nephritici infuſio, & ſimilia; ea in lumine rubro homogeneo poſita, plane rubra videbantur; in lumine cæruleo, plane cærulea; in lumine viridi, plane viridia: & in univerſum, quicunque color eſſet homogenei luminis, in quo hujuſmodi corpora collocata eſſent; iſtum illa omnia ſemper exhibebant colorem; eo ſolum diſcrimine, quod illorum alia lumen iſtud fortius reflecterent, alia languidius. Nullum autem unquam corpus inveni, quod luminis homogenei colorem reflectendo immutare potuerit, ita quidem ut res ſenſu perciperetur.

Ex quibus omnibus manifeſtum eſt, ſi Solis lumen ex uno ſolo radiorum genere conſtaret, futurum utique ut unus omnino omnium eſſet rerum color; neque ullo modo fieri poſſet, ut reflexionibus aut refractionibus ullus unquam novus color generaretur. Unde conſequens eſt, colorum eam quam videmus varietatem, omnino ex compoſitione luminis oriri atque pendere.

DEFINITIO.

ID homogeneum lumen, ſive radios eos, qui colorem rubrum exhibent, vel potius qui efficiunt ut corpora objecta colorem rubrum exhibeant; eos ego *rubrificos* ſive *rubros* appello: quique efficiunt ut corpora objecta colore flavo, viridi, cæruleo, aut violaceo videantur; eos radios *flavos*, *virides*, *cæruleos*, aut *violaceos* appello. Et quandocunque lumen, ſive radios coloratos, vel coloribus imbutos dicere videar; id ſemper ita dictum velim, ut non philoſophice & proprie, ſed ad vulgus id dictum intelligatur; ſive congruenter ideis iſtis, quas vulgus, cum hujuſmodi experimenta videant, ſibi animo fingere ſolent. Etenim radii, ſi proprie loqui velimus, non ſunt colorati. In eis nihil aliud ineſt, niſi potentia quædam ſive diſpoſitio, qua ita comparati ſunt, ut ſenſum hujus vel illius coloris in nobis excitent. Quemadmodum enim ſonus in campana aut chorda muſica aut quovis corpore ſonante, nihil aliud eſt niſi motus quidam tremulus; & in aere, nihil aliud niſi motus iſte a corpore ſonante propagatus; in ſenſorio autem, ſenſus motus iſtius ſub forma ſoni: ſic colores, in rebus quidem objectis, nihil aliud ſunt niſi diſpoſitio, qua illæ hoc vel illud genus radiorum copioſius quam cæteros reflectunt; & in radiis, nihil aliud niſi diſpoſitio, qua illi hunc vel illum motum ad ſenſorium tranſmittunt; in ſenſorio autem, ſenſus motuum iſtorum ſub forma colorum.

PROPOSITIO III. PROBLEMA I.

Definire refrangibilitatem diverſorum generum homogenei luminis, coloribus ſuis diverſis reſpondentem.

AD hoc problema expediendum, ſubjectum experimentum excogitavi.

EXPERIMENTUM VII.

Quum imaginis coloratæ priſmate efficta latera rectilinea A F, G M, (*Fig.* 4. *Tab. I.*) ut diſtinctis terminis finirentur effeciſſem, ea ratione quæ in quinto experimento primæ Partis hujus Libri expoſita eſt; reperiebantur in ea omnes colores homogenei, eodem ordine eodemque ſitu inter ſe diſpoſiti, ac in imagine ex lumine ſimpliciſſimo compoſita, quam in quarta propoſitione ejus primæ Partis deſcripſimus. Etenim circuli, qui imaginem ex lumine compoſito P T conſtituunt, quique in mediis partibus imaginis valde inter ſe permixti ſunt; iidem in extremis partibus, ubi rectilinea ipſius latera A F & G M tangunt, non ſunt commixti: quam

quam quidem ob cauſam in iſtis rectilineis lateribus, cum utique illa diſtincte definita ſint, nullus novus color refractione generatur. Obſervabam etiam, quum quolibet in loco inter duos extremos circulos T M F & P G A, linea aliqua recta, ut γ δ, imagini tranſverſa, ita ducta eſſet, ut utroque ſui extremo in rectilinea imaginis latera ad perpendiculum incideret; apparuiſſe ſemper unum eundemque colorem, atque etiam eundem coloris iſtius gradum, in tota illa linea ab una uſque extremitate ad alteram. Delineabam itaque in charta perimetrum imaginis F A P G M T; cumque tertium experimentum primæ Partis hujus Libri caperem, chartam iſtam ita collocabam, ut imago colorata in diagramma ſuper charta delineatum incideret, & in id apte accurateque conveniret. Quod cum fieret, juſſi ut amicus qui interfuit, & cujus oculi coloribus diſcernendis acriores quam mei eſſent, notaret lineis rectis α β, γ δ, ε ζ, &c. imagini in tranſverſum ductis, confinia colorum; nimirum coloris rubri, M α β F; aurei, α γ δ β; flavi, γ ε ζ δ; viridis, ε η θ ζ; cærulei, η ι κ θ; indici, ι λ μ κ; & violacei, λ G A μ. Atque hac quidem operatione, cum eam ſæpius & in eadem & in diverſis chartis iteraſſem, obſervationeſque bene inter ſe congruere comperiſſem, inveniebam rectilinea imaginis latera M G & F A a lineis illis tranſverſis in proportionem chordæ muſicæ eſſe diviſa: Producatur igitur G M ad X, ita ut M X æqualis ſit ipſi G M; & concipiantur G X, λ X, ι X, η X, ε X, γ X, α X, & M X, eam inter ſe proportionem habere, quam habent numeri, 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$; atque adeo repræſentare chordas clavis, & toni, tertiæ minoris, quartæ, quintæ, ſextæ majoris, ſeptimæ, & octavæ ſupra iſtam clavim: jamque intervalla M α, α γ, γ ε, ε η, η ι, ι λ, & λ G, erunt ipſa ſpatia, quæ colores ſinguli, ruber, aureus, flavus, viridis, cæruleus, indicus & violaceus, occupent.

Quoniam autem hæc intervalla, ſive ſpatia, ſubtendunt differentias refractionum radiorum illorum, qui proficiſcuntur ad colorum ante dictorum limites, hoc eſt, ad puncta M, α, γ, ε, η, ι, λ, G; utique hæc intervalla, ſine errore ſenſibili, poterunt exiſtimari proportionalia differentiis ſinuum refractionis eorundem radiorum, unum communem ſinum incidentiæ habentium. Quare, cum communis radiorum maxime minimeque refrangibilium ſinus incidentiæ e vitro in aerem, ſit proportione (quomodo ratione ſupra expoſita comperimus) ad eorundem refractionis ſinus, ut 50 ad 77 & 78; divide jam differentiam iſtorum ſinuum refractionis 77 & 78, ſimili proportione ac linea G M dictis intervallis diviſa eſt; & habebis 77, $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{2}{3}$, $77\frac{7}{9}$, 78, ſinus refractionis diverſorum radiorum ante dictorum e vitro in aerem tranſeuntium, cum communis omnium ſinus incidentiæ ſit 50. Itaque ſinus incidentiarum radiorum omnium rubrorum e vitro in aerem, fuerunt ad ſinus refractionum ſuarum, proportione non majori quam 50 ad 77, nec minori quam 50 ad $77\frac{1}{8}$; ſed proportiones omnes intermedias habuerunt. Similiter ſinus incidentiarum radiorum viridium, ad ſinus refractionum ſuarum, proportiones omnes habuerunt, inter eam quæ eſt 50 ad $77\frac{1}{3}$, & eam quæ eſt 50 ad $77\frac{1}{2}$. Atque itidem limitibus ante dictis, radiorum omnium ad reliquos quoque colores pertinentium refractiones definiebantur; ſinibus radiorum rubrorum progredientibus ſcilicet, a 77 ad $77\frac{1}{8}$; aureorum, a $77\frac{1}{8}$ ad $77\frac{1}{5}$; flavorum, a $77\frac{1}{5}$ ad $77\frac{1}{3}$; viridium, a $77\frac{1}{3}$ ad $77\frac{1}{2}$; cæruleorum, a $77\frac{1}{2}$ ad $77\frac{2}{3}$; indicorum a $77\frac{2}{3}$ ad $77\frac{7}{9}$; & violaceorum, a $77\frac{7}{9}$ ad 78.

Hæ ſunt leges refractionum radiorum e vitro in aerem tranſeuntium: unde, ex tertio axiomate primæ Partis hujus Libri, leges refractionum radiorum ex aere contra in vitrum tranſeuntium, facile deduci poterunt.

E X-

Digitized by Google

EXPERIMENTUM VIII.

Obſervavi præterea, cum lumen ex aere per diverſa refringentia media inter ſe contigua, ut aquam & vitrum, tranſmittatur, indeque iterum in aerem tranſeat; id lumen, ſive ſuperficies quibus id refringatur parallelę ſint inter ſe, ſive inclinatę, tamen quotieſcunque contrariis refractionibus ita correctum ſit, ut emergat tandem in lineis parallelis ad eas in quibus inciderit, deinceps ſemper album permanere: ſin radii tandem emergentes, ſint incidentibus inclinati; tum luminis emergentis albitudinem, pro eo ut id a loco emerſionis ulterius progrediatur, paulatim ſe ab extremis ſui partibus in colores induere. Hoc expertus ſum ſatis accurate, refringendo lumen per priſmata vitrea in vaſe priſmatico aquæ pleno collocata. Jam quidem colores iſti id indicant; radios heterogeneos inæqualibus ſuis refractionibus divergere & a ſe invicem ſeparatos eſſe; quomodo ex iis, quæ ſequuntur, plenius apparebit: e contrario autem, permanens alterius luminis albitudo illud oſtendit; radios ſimiliter incidentes neque poſt emergendum a ſe invicem ſeparatos eſſe, neque ullam conſequenter totarum fuiſſe refractionum inæqualitatem. Unde duo ſequentia theoremata colligere mihi videor.

1. Exceſſus ſinuum refractionis variorum generum radiorum, ſuper communem ſinum incidentiæ, cum refractiones fiant e pluribus diverſis mediis denſioribus immediate in unum idemque medium rarius, puta aerem tenuiſſimum; eſſe inter ſe in data proportione.

2. Proportionem ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis radiorum unius ejuſdemque generis ex uno quovis medio in aliud tranſeuntium, compoſitam eſſe ex proportione ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis e primo medio in quodvis tertium, & ex proportione ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis e tertio illo medio in ſecundum.

Ex primo theoremate, data refractione radiorum unius cujuſvis generis, inveniuntur refractiones radiorum omnium generum e quovis medio in aerem tranſeuntium. Exempli gratia: ſi refractiones cujuſque generis radiorum ex aqua pluvia in aerem tranſeuntium, quæ ſint, quærantur; ſubducatur communis ſinus incidentiæ e vitro in aerem, de ſinibus refractionis; eorumque exceſſus erunt 27, $27\frac{1}{8}$, $27\frac{1}{5}$, $27\frac{1}{3}$, $27\frac{1}{2}$, $27\frac{2}{3}$, $27\frac{7}{9}$, 28. Pone jam ſinum incidentiæ radiorum minime refrangibilium ex aqua pluvia in aerem tranſeuntium, eſſe ad ſinum refractionis eorundem, ut 3 ad 4; & ſupputa hoc modo: Ut 1, quæ eſt differentia iſtorum ſinuum, ad 3, qui eſt ſinus incidentiæ; ſic 27, qui eſt minimus exceſſuum ſupra memoratorum, ad quartum numerum 81; eritque jam iſte numerus 81, communis ſinus incidentiæ ex aqua pluvia in aerem; ad quem quidem ſinum ſi addas ſingulos ſupra memoratos exceſſus, habebis tandem ſinus refractionum quæſitos, 108, $108\frac{1}{8}$, $108\frac{1}{5}$, $108\frac{1}{3}$, $108\frac{1}{2}$, $108\frac{2}{3}$, $108\frac{7}{9}$, 109.

Ex poſteriori theoremate invenitur refractio e medio uno in alterum, quando datæ ſunt refractiones ex utroque eorum in quodvis tertium. Exempli gratia: ſi ſinus incidentiæ cujuſvis radii e vitro in aerem, ſit ad ſinum refractionis ſuæ, ut 20 ad 31; ſinus autem incidentiæ ejuſdem radii ex aere in aquam, ſit ad ſinum refractionis ſuæ, ut 4 ad 3; utique ſinus incidentiæ iſtius radii e vitro in aquam, erit ad ſinum refractionis ſuæ, ut 20 ad 31 & 4 ad 3 conjunctim, hoc eſt, ut factum ex 20 & 4 ad factum ex 31 & 3, ſive ut 80 ad 93.

Atque ſi hæc quidem theoremata in Opticen recipiantur, ampliſſima jam ſcientiam iſtam nova ratione fuſe copioſeque tractandi patebit materies; quippe cum non modo doceri jam poſſint ea, quæ ad viſum amplius perficiendum pertineant; verum etiam mathematice definiri omne genus colorum phænomena, quæ ex refractionibus oriri queant. Etenim quo hoc fiat, nihil aliud requiritur, niſi ut inveniantur radiorum heterogeneorum ſeparationes, eorumque variæ mixturæ inter ſe, & qua proportione eæ ſingulæ mixturæ fiant. Hoc ipſo ratiocinandi genere, ego omnia fere phæ-

phænomena, quæ quidem in his libris expoſita ſint, atque etiam alia quædam in præſenti materie minus neceſſaria memoratu, inveni. Ex ſucceſſu autem, quem ipſe in his rebus experiundis nactus ſum, ſpondere auſim, qui recte prius argumentatus fuerit, & deinde omnia bonis cum vitris juſtaque cum circumſpectione experiundo tentaverit, eum ſpem ſuam non fruſtraturum. Verum id ante intelligat oportet; ex quibuſvis coloribus quavis proportione commixtis, qui demum de novo orituri ſint colores.

PROPOSITIO IV. THEOREMA III.

Colores compoſitione procreari poſſunt, qui luminis homogenei coloribus plane ſimiles ſint futuri, in ſpeciem quidem & ad oculorum ſenſum, non autem in coloris immutabilitatem & ad conſtitutionem ac naturam luminis. Iique colores, quanto magis compoſiti ſunt, tanto minus largi intenſique fiunt; donec nimia tandem compoſitione dilutiores languidioreſque facti, penitus demum evaneſcant, in album vel ſubalbidum converſi. Fieri quoque poteſt ut colores compoſitione producantur, qui nullis homogenei luminis coloribus prorſus ſimiles ſint futuri.

ETenim ex mixtura rubri atque flavi homogeneorum oritur color aureus in ſpeciem ei plane ſimilis, qui in colorum ſimplicium priſmate exhibitorum ſerie inter rubrum illum atque flavum interjacet. Verum lumen unius horum colorum aureorum, homogeneum eſt ad refrangibilitatem; alterius autem, heterogeneum: item unius horum colorum ſpecies, cum per priſma inſpiciatur, eadem manet nec quicquam immutata; alterius autem, mutatur & reſolvitur in colores ſuos ſimplices, rubrum atque flavum. Similiter, ex aliis homogeneis coloribus inter ſe propinquis, componi poterunt novi colores, qui ſint coloribus homogeneis interjacentibus ſimiles. Exempli gratia: ex flavo & viridi inter ſe commixtis, oritur color inter eos medius: & ſi huic deinceps ſuperaddideris cæruleum; fiet ex omnibus color viridis, qui eſt trium illorum inter ſe permixtorum medius. Etenim flavus & cæruleus, ſi ſint æqua portione admixti, viridem intermedium in iſta permixtione ad ſe utrinque ex æquo pertrahent, & quaſi paribus virium momentis libratum ſervabunt, ut is neque ad flavum ex una parte, neque ad cæruleum ex altera deſcendat, ſed commixtis utriuſque actionibus color inter utrumque medius permaneat. Ad hunc viridem permixtum, adhuc ſuperadjici poterit nonnihil rubri ac violacei; & tamen color viridis non continuo evaneſcat, ſed languidior ſolummodo & ſubpallidus fiat; donec, amplius adauctis coloribus rubro & violaceo, viridis iſte magis magiſque dilutus factus ſuperetur tandem nimietate colorum adjectorum, & in albitudinem aut alium aliquem colorem immutetur. Similiter, ſi ad lumen homogeneum cujuſvis coloris, adjiciatur album Solis lumen, quod eſt ex omnibus radiorum generibus compoſitum; color iſte non continuo evaneſcet aut genus ſuum immutabit, ſed duntaxat dilutior fiet; & pro eo ut luminis albi amplior adferatur acceſſio, magis adhuc magiſque dilutus erit factus perpetuo. Denique, ſi ruber & violaceus inter ſe permiſceantur; orientur inde varii colores purpurei, pro eo, qua proportione illi invicem commixti fuerint, diverſi inter ſe; neque ullius coloris homogenei ſpeciem aut ſimilitudinem habentes: Atque ex his quidem purpureis, admixto flavo & cæruleo, alii itidem novi colores produci poterunt.

Digitized by Google

PROPOSITIO V. THEOREMA IV.

Albitudo & colores omnes cinerei inter album & nigrum, componi poſſunt ex coloribus: & Solis luminis albor compoſitus eſt ex primariis omnibus coloribus, apta portione inter ſe commixtis.

Probatio ab experimentis deſumpta.

EXPERIMENTUM IX.

CUM Solis luminis radius in cubiculum tenebricoſum per parvum rotundum feneſtræ operculi foramen tranſmiſſus, & deinde per priſma refractus, depingeret in pariete coloratam Solis imaginem P T; (*Fig.* 5. *Tab. I.*) objeci ante iſtam imaginem chartam albam V, ita ut ea lumine colorato ab imagine reflexo illuminaretur, nec tamen ullam partem luminis a priſmate ad imaginem tranſeuntis interciperet. Obſervavi autem, quum charta propius ad unum aliquem imaginis colorem, quam ad cæteros admota eſſet; tum eam illo colore, ad quem propius admota eſſet, infectam apparere: quum autem æquali aut fere æquali intervallo ab omnibus coloribus diſtaret, adeo ut ex æquo omnium lumine reflexo illuminaretur; tum albam apparere. In hac ultima autem chartæ poſitione, ſi colorum aliqui interciperentur, charta albitudinem ſuam continuo amiſit, & eum deinceps colorem induebat, qui eſſet reliqui luminis non intercepti color. Itaque charta ea illuminata erat radiis variorum colorum, nempe rubris, flavis, viridibus, cæruleis & violaceis; & unaquæque luminis iſtius pars ſuum colorem retinebat, donec in chartam incideret, indeque ad oculum reflecteretur: adeo ut ſiquod lumen unius certi coloris vel ſolum fuiſſet, (intercepto nimirum reliquo lumine,) vel ſi nimia portione reliquis coloribus admixtum fuiſſet, & proinde in lumine a charta reflexo prævaluiſſet ac dominatum eſſet; utique id ſuo colore chartam infecturum fuiſſet. Nihilominus ſingulæ luminis partes, ſuum quæque colorem ita retinentes, admixtæ tamen reliquis omnibus coloribus apta proportione, effecerunt ut charta alba videretur; & conſequenter apta ſui compoſitione atque permixtione inter ſe, colorem album conſtituebant. Singulas colorati luminis ab imagine reflexi partes, dum inde per aerem propagantur, ſuum quamque, ut dixi, proprium colorem retinere, ſane manifeſtum eſt; quia ubicunque in oculos ſpectatoris incidunt, partes imaginis ſuo quamque colore diſtinctas exhibent. Retinent igitur ſuos ſingulæ colores, etiam cum in chartam V incidunt; & conſequenter perfecta permixtione ſuorum omnium colorum, albitudinem conſtituunt luminis a charta reflexi.

EXPERIMENTUM X.

Incidat jam colorata illa Solis imago P T (*Fig.* 6. *Tab. II.*) in lentem M N, amplius quatuor uncias latam, & circiter ſex pedum intervallo a priſmate A B C diſtantem; quæque ea ſit figura, qua efficiat ut lumen coloratum a priſmate divergens, convergat deinceps, & in focum G, interjecto circiter ſex octove pedum intervallo, colligatur; ibique in chartam albam D E ad perpendiculum incidat. His ita diſpoſitis, obſervare licebit, ſi charta illa alba ultro citroque moveatur, totam Solis imaginem, quum in charta illa *e d* jam ad lentem propius admota excipiatur, coloribus clariſſimis (quomodo ſupra expoſitum eſt) in loco *p t* diſtinctam apparituram; pro eo autem, ut charta a lente recedat, colores iſtos ad ſe invicem perpetuo appropinquaturos, & magis magiſque ſe inter ſe commiſcendo dilutiores continuo factum iri; tandemque, quum charta in ipſo foco G collocata ſit, inter ſe jam penitus commixtos, plane evanituros eſſe omnes, & in albitudinem abituros; toto ſcilicet lumine in parvum album circulum ſuper chartam coacto: verun-

tamen

Digitized by Google

tamen hoc ita fieri, ut, ſi charta adhuc longius a lente recedat, radii qui ante convergerant, jam deinceps ſe in foco G decuſſatim ſecantes, indeque poſtea divergentes, effecturi ſint ut colores iterum appareant; verum contrario, ac prius, ordine; puta, ad δ ε; ubi color ruber ε, qui ante inferior fuerat, jam ſuperior factus ſit; & cæruleus *p*, qui ante ſuperior fuerat, jam factus ſit inferior.

Finge jam chartam poſitam in ipſo foco G; ubi lumen, in circulum coactum, album plane apparet: ejuſque albitudinem, qualis ſit, conſideremus. Dico autem, albitudinem iſtam compoſitam eſſe ex coloribus univerſis in unum coactis. Etenim ſiquis unus pluresve colorum iſtorum ad lentem intercipiantur; albitudo illa continuo evaneſcet, & in eum convertetur colorem, qui ex reliquorum colorum non interceptorum permixtione oriri debeat. Quod ſi coloribus, qui intercepti fuerint, iterum deinde ut tranſeant permittatur, inque colorem illum compoſitum incidant; jam rurſus, cum illo commixti, albitudinem priorem reſtituent. Exempli gratia, ſi colores violaceus, cæruleus, & viridis intercipiantur; utique ex flavo, aureo & rubro, qui ſupererunt, compoſitus erit in charta color aureus: quod ſi colores iſti intercepti, iterum deinde ut tranſeant permittas, inque aureum iſtum compoſitum incidant; jam rurſus, cum illo commixti, albitudinem conficient. Similiter, ſi ruber & violaceus intercipiantur; utique ex flavo, viridi, & cæruleo, qui ſupererunt, compoſitus erit in charta color viridis: qui quidem ruber ac violaceus, ſi iterum deinde tranſmittantur, inque viridem iſtum incidant; jam rurſus, cum eo commixti, albitudinem efficient. Radios autem diverſos in iſto albo compoſito, non quidem agendo ulla ratione in ſe invicem, mutationem ullam qualitatum ſuarum colorificarum ſubire, ſed commiſceri ſolummodo inter ſe, atque ea quidem colorum ſuorum permixtione albitudinem conficere; ex ſequentibus argumentis amplius apparere poterit.

Si charta ultra focum G collocata ſit, puta ad δ ε; colorque ruber ad lentem intercipiatur alternis, atque tranſmittatur: color violaceus, qui erit in charta, nihil inde immutabitur; quomodo omnino mutari deberet, ſi radii diverſorum generum, qui decuſſantur in foco G, ibi in ſe invicem agerent. Neque color ruber, qui eſt in charta, quicquam immutabitur; utcunque violaceus, qui eum in tranſverſum ſecat, intercipiatur alternis & tranſmittatur.

Porro, ſi charta collocata ſit in foco G; & alba rotundaque imago ad G inſpiciatur per priſma H I K, eaque refractione transferatur ad locum *r v*, ibique variis induta videatur coloribus, nempe violaceo ad *v*, rubro ad *r*, reliquiſque in media ſui parte coloribus intermediis; color ruber autem deinceps ad lentem intercipiatur identidem & tranſmittatur alternis: utique color ruber ad *r* itidem evaneſcet, denuoque comparebit ſimilibus vicibus; violaceus autem ad *v* nihil quicquam inde immutabitur. Similiter, ſi cæruleus ad lentem intercipiatur identidem & tranſmittatur alternis: jam cæruleus ad *v* itidem evaneſcet, denuoque comparebit; ruber autem ad *r*, nihil quicquam immutabitur. Igitur color ruber pendet ex uno genere radiorum, cæruleus autem ex alio genere; iique radii diverſorum generum in foco G, ubi commixti ſunt, non agunt in ſe invicem. Quod autem de his duobus coloribus dictum eſt, id de reliquis quoque coloribus dictum intelligendum eſt.

Conſiderabam præterea, quum radii maxime refrangibiles *P p*, minimeque refrangibiles *T t*, convergendo ad ſe invicem inclinati ſunt; ſi jam charta radiis illis in foco G valde obliqua objiceretur; fieri utique poſſe, ut ea unum genus radiorum copioſius quam cæteros reflecteret; eoque pacto lumen in foco iſto reflexum, eo colore infectum videretur, qui eſſet radiorum numero prævalentium: atque hoc quidem ita fore, ſi radii illi ſuum quiſque colorem ſive qualitatem colorificam in albo illo compoſito, quod eſſet in foco, retinerent: verum ſi ſuum quiſque colorem in iſta albitudine non retinerent, ſed e contrario ſinguli eo in loco ita comparati eſſent facti, ut in nobis ſenſum albitudinis jam ſinguli excitarent; tum futurum, ut ii albitudinem ſuam iſtiuſmodi reflexionibus nequaquam poſſent amittere. Inclinabam itaque chartam ad radios valde oblique, ſicuti in ſecundo experimento hujus

Digitized by Google

Partis feceram, ut radii maxime refrangibiles copioſius quam reliqui reflecterentur; jamque albitudo ſe convertebat in colorem cæruleum, indicum, & violaceum ex ordine. Deinde chartam in contrarias partes inclinabam, ut radii minime refrangibiles copioſius quam cæteri reflecterentur, jamque albitudo convertebat ſe contrario ordine in flavum, aureum, & rubrum.

Denique, inſtrumentum X Y pectinatim dentatum comparabam, cujus ſexdecim dentes latitudine circiter ſeſqui-unciales eſſent, intervalla autem dentium circiter binas uncias complecterentur. Atque hujus quidem inſtrumenti dentes prope a lente per vices interponens, intercipiebam dentis interpoſiti interjectu partem aliquam colorum, dum reliqui per intervalla dentium tranſmiſſi ad chartam D E, rotundam & coloratam in ea Solis imaginem depingerent. Verum chartam ante ita collocaveram ut quotieſcunque ſubmotus eſſet pecten, imago alba appareret: tumque interpoſito, ut dixi, pectine; albitudo illa, propter partem colorum ad lentem interceptam, ſemper convertebat ſe in colorem eum, qui eſſet ex coloribus non interceptis compoſitus; iſque color, motu pectinis, ita variabatur perpetuo, ut interea dum unus quiſque dens præter lentem ferretur, colores hi omnes, ruber, flavus, viridis, cæruleus & violaceus, ſemper invicem ſuccederent. Effeci igitur ut dentes ſinguli præter lentem ordine ferrentur: cumque motus eorum lentior eſſet, colores antedicti ordine perpetuo in charta invicem ſuccedere diſtincte videbantur: verum cum motus pectinis adeo celer eſſet factus, ut propter nimiam colorum prætereuntium velocitatem, ii diſtincte diſcerni & internoſci haud potuerint; colores illi ſinguli in ſpeciem penitus evanuerunt. Utique nihil amplius coloris rubri, nihil flavi, nihil viridis, nihil cærulei, nihil purpurei apparebat; ſed ex permixtione omnium, unus uſquequaque ſui conſimilis oriebatur color albus. Jam quidem luminis hujuſce, quod ex colorum omnium permixtione album hoc modo videbatur, nulla revera pars alba erat. Una pars rubra erat, alia flava, alia viridis, alia cærulea, alia purpurea; atque hæ quidem partes ſuum quæque colorem uſque eo retinent, donec in ſenſorium incidant. Siquando hæ partes coloratæ, ſui impreſſiones in ſenſorio adeo lente faciant, ut ſingulæ diſtincte percipi queant; utique colorum ſingulorum ſibi invicem ordine perpetuo ſuccedentium diſtinctus excitatur ſenſus: ſin autem hæ impreſſiones tanta celeritate ſe invicem conſequantur, ut ſingulæ diſtincte percipi non poſſint; jam ab univerſis unus communis omnium excitatur ſenſus, qui neque eſt unius duntaxat coloris, neque alterius cujuſvis, ſed ex æquo omnium; iſque eſt ſenſus, qui vocatur, albitudinis. Ex nimia ipſarum invicem ſuccedendi celeritate, impreſſiones ſingulorum colorum in ſenſorio confuſæ ſunt inter ſe; & ex iſta confuſione, oritur permixtus unus omnium ſenſus. Si carbo candens ſæpius in circulum verſetur ſumma celeritate, circulus videbitur totus igneus: cujus quidem rei cauſa hæc eſt; quod ſenſus, quem carbo, dum eſt in diverſis partibus illius circuli, excitat, manet uſque in ſenſorio impreſſus, donec carbo ſit eodem loci iterum reverſus. Conſimili plane ratione, quum colores ſe invicem ſumma celeritate conſequantur, utique ſenſus unius cujuſque coloris in ſenſorio uſque eo impreſſus manet, donec colores omnes ordine tranſierint, iſque primus color iterum revertatur. Itaque colorum omnium invicem ſuccedentium impreſſiones, ſimul in ſenſorio ſunt; & conjunctim unum communem omnium ſenſum excitant. Adeoque ex hoc experimento liquet; commixtas colorum omnium impreſſiones, excitare in nobis ſenſum albitudinis; hoc eſt, albitudinem compoſitam eſſe ex coloribus univerſis inter ſe commixtis.

Quod ſi jam ſubmoveatur pecten, ut colores omnes uno eodemque tempore a lente ad chartam tranſmittantur, ibique inter ſe commiſceantur, indeque ad ſpectatoris oculum omnes ſimul reflectantur; utique impreſſiones ipſorum in ſenſorio factæ, quoniam jam multo ſubtilius penitiuſque permixtæ erunt inter ſe, ſenſum albitudinis excitare debebunt multo magis.

Loco lentis, adhibere licebit bina priſmata (*Fig. 7. Tab. II.*) HIK & LMN, quæ refringendo coloratum lumen in contrarias partes, ac a primo priſmate id fuerat

Digitized by Google

rat refractum, efficere poſſint ut radii jam divergentes convergant deinceps, & in G iterum conveniant; quomodo rem in ſeptimo ſchemate depictam videre eſt. Etenim quo in loco radii in unum conveniunt, & permixti ſunt inter ſe; eo in loco lumen album conficient, ſicuti quum lens abhiberetur.

EXPERIMENTUM XI.

Incidat colorata Solis imago P T (*Fig.* 8. *Tab. II.*) in cubiculi tenebricoſi parietem, quomodo ſupra in tertio experimento primæ Partis hujus Libri expoſitum eſt; inſpiciaturque ea imago per priſma *a b c*, quod parallelum ſit priori priſmati A B C, cujus refractione imago iſta effecta fuerit: ita ut jam, admoto ad oculum ſecundo priſmate, ea imago inferior, quam ante, videatur; puta in loco S, ex adverſo coloris rubri T. His ita diſpoſitis; ſi jam ad imaginem iſtam P T propius accedas, ea oblonga videbitur & colorata in loco S, ſimiliter ac in loco P T: verum ſi ab ea longius recedas, colores in loco S contrahentur magis magiſque in brevitatem, tandemque plane evaneſcent, imagine ad S in figuram rotundam plane atque albam coacta: quod ſi adhuc longius recedas, colores iterum quidem ſe explicabunt; ſed contrario, ac prius, ordine. Jam quidem imago illa, quæ eſt ad S, hoc in caſu alba tum videtur, quum radii diverſorum generum, qui a diverſis partibus imaginis P T ad priſma *a b c* convergunt, in hoc poſteriori priſmate ita refringuntur inæqualiter, ut in tranſitu ſuo ab iſto priſmate ad oculum, divergant deinceps ab uno eodemque puncto imaginis S, adeoque poſtea in unum idemque punctum in fundo oculi incidant, ibique inter ſe commiſceantur.

Ad hæc, ſi pecten inſuper adhibeatur, cujus dentibus colores in imagine P T per vices intercipiantur; imago quæ videtur in S, colores varios ordine, dum pecten lente movetur, perpetuo induet. At cum, accelerato pectinis motu, colores ocyus adeo ſibi invicem ſuccedant, ut diſtincte cerni ſinguli haud queant; tum imago S, confuſo & in unum commixto colorum omnium ſenſu, alba apparebit.

EXPERIMENTUM XII.

Cum Solis lumen per priſma ſatis amplum A B C (*Fig.* 9. *Tab. III.*) tranſmiſſum, incideret deinceps in pectinem X Y proxime poſt priſma illud collocatum; luminis id, quod per dentium tranſiret intervalla, ut exciperetur demum charta alba D E effeci. Dentium latitudines pares ſimileſque erant, ac ipſorum intervalla; denteſque ſepteni, una cum ſuis intervallis, uncias ſingulas ſpatio complectebantur. His ita diſpoſitis; ſi jam charta intervallo circiter duarum triumve unciarum a pectine diſtaret; fiebat continuo, ut lumen per intervalla dentium tranſmiſſum, totidem faſcias colorum *k l*, *m n*, *o p*, *q r*, &c. parallelas inter ſe atque contiguas, nec quicquam alboris ſibi admixtum habentes, in charta depictas exhiberet. Atque hæ quidem colorum faſciæ, ſiquando pecten ultro citroque in tranſverſum identidem moveretur, aſcendere viciſſim atque deſcendere in charta videbantur: ſi autem pectinis motus porro adeo celer eſſet factus, ut colores ſinguli diſtincte cerni amplius atque internoſci haud potuerint; jam confuſo inter ſe atque in unum permixto colorum omnium ſenſu, charta tota alba apparebat.

Finge deinceps pectinis motum ſiſti, chartamque a priſmate longius remotam eſſe: jamque futurum erit, ut faſciæ colorum ante dictæ, ſeſe extendant continuo atque dilatent, & ſibi invicem magis magiſque intermiſceantur; eaque colorum permixtione inter ſe, dilutiores perpetuo fiant; tandemque, cum charta & pecten circiter pedis unius intervallo, aut paulo plus eo, inter ſe diſtent, (puta in loco 2 D 2 E,) colores univerſi inter ſe penitus commixti in albitudinem plane abeant.

Quod cum factum ſit; admoto deinde quovis obſtaculo, intercipiatur id omne lumen, quod per unum aliquod dentium intervallum tranſmittebatur; adeo ut colorum faſcia ea, quæ inde orta erat, jam ſublata ſit: jamque videbis lumen reliquarum

rum faſciarum ſe in faſciæ ſublatæ locum extendere, ibique coloribus ſe induere. Quod ſi faſcia ea intercepta ut iterum deinde in chartam, ſicuti prius, incidat permittas; utique colores ipſius, jam in reliquarum faſciarum colores incidentes, eiſque ſe denuo admiſcentes, efficient ut albitudo iterum exhibeatur.

Denique, charta 2 D 2 E jam ad radios ſibi incidentes valde inclinata ſit; adeo ut radiorum maxime refrangibiles copioſius quam cæteri reflectantur: jamque chartæ albor, propter radios hoſce nimia portione lumini reflexo admixtos, immutabit ſe in colorem cæruleum & violaceum. Sin autem charta e contrario eam in partem inclinetur, qua fiat ut radiorum minus refrangibiles copioſius quam cæteri reflectantur; jam chartæ albor, propter iſtos radios nimia portione lumini reflexo admixtos, convertetur in colorem flavum & rubrum. Ex quo apparet, radios diverſos in eo albo lumine inter ſe commixtos, ſuam tamen quemque retinere *colorificam qualitatem*; qua radii unius cujuſvis generis, ubicunque reliquis copioſiores adſint, utique prævalendo inter cæteros atque dominando, ſuus ut color ibi exhibeatur efficiunt.

Qua quidem eadem argumentandi ratione, ad tertium experimentum hujus Partis applicata, concludi poterit, colorem illum album, qui eſt luminis omnis refracti jam primum emergentis color, æque ac fuerat incidentis, itidem ex variis coloribus compoſitum eſſe.

EXPERIMENTUM XIII.

In experimento jam dicto, pectinis dentium intervalla, totidem priſmatum partes explent; quippe ſingula intervalla priſmatibus ſingulis reſpondentia, phænomenon ſimile exhibent, ac totidem priſmata feciſſent. Quare pectinis dentium loco, priſmata plura adhibens, conatus ſum ex coloribus ipſorum permixtis albitudinem conflare: idque effeci, tribus duntaxat priſmatibus, vel etiam duobus ſolummodo adhibitis; ea, quæ ſequitur, ratione. Duo priſmata A B C (*Fig.* 10. *Tab. III.*) & *a b c*, quorum anguli refringentes B & *b* ſint æquales, parallela inter ſe ita collocentur, ut angulus refringens B unius priſmatis, contingat angulum *c* qui eſt ad baſin alterius; facieſque ipſorum C B & *c b*, per quas radii emergunt, in directum jaceant. Tum lumen per priſmata iſta trajectum excipiatur charta M N, quæ intervallo circiter octo duodecimve unciarum a priſmatibus diſtet. Jamque colores ab interioribus binorum priſmatum extremis B & *c* generati, commiſcebuntur in loco P T, ibique albitudinem efficient. Etenim ſi alterutrum horum priſmatum ſubmoveatur; colores ab altero generati, apparebunt in loco illo P T: Cum autem prius priſma iterum in locum ſuum admoveatur, ut colores ipſius denuo in colores alterius incidant; jam ex coloribus iſtis inter ſe permixtis, iterum orietur albitudo.

Succedet etiam hoc experimentum, uti ipſe experiundo intellexi, quum priſmatis inferioris angulus *b* paulo major ſit, quam ſuperioris angulus B; interque angulos interiores B & *c*, ſpatii aliquid B *c*, quomodo in ſchemate exhibetur, interjectum ſit; facieſque refringentes B C & *b c* neque in directum poſitæ ſint, neque inter ſe parallelæ. Etenim quo hoc experimentum ex ſententia ſuccedat, nihil amplius requiritur, quam ut radii omnium generum uniformiter commixti ſint ſuper charta in loco P T. Si radii maxime refrangibiles a ſuperiori priſmate provenientes, occupent id omne ſpatium, quod eſt ab M ad P; debebunt radii ejuſdem generis, ab inferiori priſmate provenientes, occupare reliquum omne ſpatium quod interjacet inter P & N. Si radii minime refrangibiles a ſuperiori priſmate provenientes, occupent ſpatium M T; debebunt radii ejuſdem generis, ab altero priſmate provenientes, occupare reliquum omne ſpatium quod eſt a T ad N. Si radii unius generis eorum, qui ſint mediis refrangibilitatis gradibus, a ſuperiori priſmate provenientes, diffuſi ſint per ſpatium M Q; eorumque aliud genus, per ſpatium M R; aliudque adhuc genus, per ſpatium M S: utique radii eorundem generum, ab inferiori priſmate provenientes, debebunt occupare ſpatia reliqua Q N, R N, S N, ſin-

ſinguli ſingula: quodque de his dictum eſt, id de reliquis omnibus radiorum generibus dictum intelligi oportet. Etenim hoc pacto radii cujuſque generis, diſperſi erunt per totum ſpatium M N æqualiter atque uniformiter; adeoque uſquequaque æqua portione commixti, unum eundemque omni in parte colorem exhibere debebunt. Quare cum in exterioribus partibus M P & T N, ex hac radiorum omnium mixtura color compoſitus ſit albus; efficitur utique, ut in interiori quoque ſpatio P T, colorem album ſimiliter generari oporteat. Hæc eſt ratio compoſitionis ejuſce, qua albitudo in hoc experimento producta eſt: & quacunque mihi alia unquam ratione ſimilis erat facta compoſitio, ſemper inde nata eſt albitudo.

Denique, ſi dentibus pectinis, qui ſint apta magnitudine, lumina colorata binorum priſmatum in ſpatium P T incidentia intercipiantur alternis; ſpatium illud P T, cum ſcilicet lente moveatur pecten, coloribus ſemper videbitur infectum: verum ſi pectinis motus adeo celer ſit factus, ut colores ocyus ſibi invicem ſuccedentes, cerni diſtincte ſinguli haud queant; ſpatium id album videbitur.

EXPERIMENTUM XIV.

Hactenus albitudinem ex colorum priſmatibus generatorum mixtura atque compoſitione conflavimus: reſtat ut de corporum naturalium coloribus inter ſe permixtis dicamus. Si igitur aqua ſapone nonnihil incraſſata, ad ſpumas agendas agitata ſit; brevi interjecto temporis ſpatio, attentius eam inſpicienti videbuntur bullularum ſingularum ſuperficies variis undique coloribus interſtinctæ: at qui eam e longinquo adeo aſpiciet, ut colores ſingulos diſtincte internoſcere haud queat; is totam ſpumam ſummo albore undique ex æquo videbit candicantem.

EXPERIMENTUM XV.

Denique, cum id agerem, ut ex coloribus, ſive pulveribus coloratis, quibus pictores utuntur, inter ſe permixtis, colorem album componerem; conſiderabam pulveres omnes coloratos, magnam partem luminis, quo illuſtrantur, reſtinguere intra ſe atque delere. Etenim ii illa ipſa de cauſa colorati evadunt, quod lucem eam, quæ eſt ſuo ipſorum colore, copioſius reflectant; eam autem, quæ eſt aliis omnibus coloribus, parcius reflectant; neque tamen eam ipſam lucem, quæ eſt ſuo ipſorum ſingulorum colore, tam copioſe reflectunt, quam faciunt corpora alba. Si minium, exempli gratia, & charta alba ſimul collocata ſint in lumine rubro imaginis illius coloratæ, quæ in cubiculo tenebricoſo priſmatis refractione exhibetur, quomodo in tertio experimento primæ Partis hujus Libri deſcripſimus; utique charta luminoſior videbitur, quam minium; e qua ſcilicet radii ipſi rubri copioſius, quam ex ipſo minio, reflectuntur. Quod ſi hæc eadem corpora in lumine, quod ſit alio quovis colore, collocata ſint; charta luminoſior minio, multo etiam jam magis quam antea, apparebit. Hocque idem in omnibus colorum quorumcumque pulveribus ſimiliter accidit. Quocirca ex hujuſmodi pulverum permixtione non expectandum eſt ut oriatur albor clarus atque candens, qualis eſt chartæ candor; ſed albitudo obſcura quædam ac nubila, qualem ex luce ac tenebris, vel candido & nigro permixtis orituram expectes; color nimirum leucophæus quidam aut fuſcus, qualis eſt color unguium, color murinus, cineraceus, lapideus, color mortarii, cœni vel luti, & ſimilium. Atque talem quidem colorem ſubalbidum obſcuriorem, ex pulveribus coloratis inter ſe permixtis ſæpe confeci. Exempli gratia; cum minii portione una, viride æris quintupla portione commixtum, exhibuit colorem quendam murinum. Etenim horum duorum colorum uterque ita ex aliis ante erat compoſitus, ut in ambobus jam colorum ineſſet mixtura univerſorum: minium autem, propter colorem ſuum luminoſiorem & pleniorem, minori portione quam viride æris adhibebam. Similiter, minium ſimplici, & cæruleum montanum quadruplici portione permixta, conficiebant colorem quendam fuſcum ſubpurpuraſcentem; qui

qui-

quidem color, admixto deinde compoſito quodam ex auripigmento & viridi æris certa portione commixtis, deſiit purpuraſcere, & fuſcus plane eſt factus. Verum hoc experimentum melius ſucceſſit ſine minio, hoc modo. Ad auripigmentum adjeci paulatim purpuram quandam claram atque luminoſam, qua utuntur pictores; uſque eo donec auripigmentum flavum eſſe deſineret, & colore factum eſſet rubro palleſcente: tum iſtum colorem ſubrubrum adhuc dilutiorem feci, admiſcendo viride æris parva portione, & cæruleum montanum paulo majori portione, donec is evaderet leucophæus ſubalbidus color talis, qui ad nullum ex dictis coloribus unum magis quam ad alium accederet. Etenim hoc pacto factus eſt color albus talis, qui cineres, aut lignum recens cæſum, aut cutem humanam albitudine æquaret. Auripigmentum plus luminis, quam alius ullus ex pulveribus reflexit; ac proinde plus, quam illi, ad coloris compoſiti alborem contulit. Qua proportione hujuſmodi pulveres commiſceri debeant, accurate definire, difficillimum quidem fuerit propter inæqualem ejuſdem generis pulverum bonitatem. At in univerſum unumquemque pulverem, pro eo ut color ipſius magis minuſve plenus, clarus, luminoſuſque fuerit, ita ipſum minori majorive portione adhiberi oportebit.

Porro, quandoquidem colores hi fuſci atque leucophæi generari quoque poſſunt ex albis nigriſque varie inter ſe permixtis; & conſequenter differunt a vere candidis, non genere colorum, ſed duntaxat claritatis gradu: manifeſtum eſt, quo hi colores plane candidi evadant, nihil amplius requiri, quam ut lumen ipſorum ſatis augeatur. Similiter, e contrario, ſi hi colores, adaucto duntaxat ipſorum lumine, in candorem perfectum abſolvi poterunt; conſequens erit, eos eodem eſſe plane coloris genere, ac candidorum optimos; ab illiſque nulla alia in re differre, niſi in luminis ſolummodo quantitate. Hocque experiundo probavi, ea, quæ ſequitur, ratione. Mixturarum leucophæarum ſupra memoratarum poſtremam, (eam nempe, quæ ex auripigmento, purpura, cæruleo montano & viridi æris eſſet compoſita,) cubiculi tabulato, qua parte Sol ei per feneſtram apertam colluceret, craſſe illevi; & prope hanc mixturam, chartulam albam ejuſdem magnitudinis in umbra collocavi. Tum ad intervallum duodecim octodecimve pedum retro cedens, ut neque pulveris ſuperficiei inæqualitatem, neque grumulorum ipſius umbellas diſcernere potuerim; pulverem videbam valde albeſcentem, etiam ſupra chartæ ipſius candorem; maxime ſi charta, intercepto nubium lumine, paulo magis inumbrata eſſet; quo quidem in caſu charta, in comparationem pulveris, colore jam leucophæo videbatur tali, quali antea viſus fuerat pulvis. Verum ita collocando chartam, ut Sol ei trans vitrum in feneſtra colluceat; vel adducendo feneſtram, ut Sol pulveri jam trans vitrum colluceat; vel alia ſimili ratione augendo aut minuendo lumina, quibus charta & pulvis ſint ſeorſum illuſtrata; fieri poterit, ut lumen quo pulvis illuminetur, adeo apta proportione fortius evadat lumine illo, quo illuminetur charta; ut ambo tandem albore videantur plane paria. Etenim cum hoc ipſum experirer, amicum tum forte me inviſentem pro foribus detinui; & nec quinam eſſent colores iſti, nec quid agerem, expoſui; ſed continuo, ex duobus iſtis coloribus albis uter ei melior videretur, & qua in re inter ſe differrent, rogavi: qui eos ex intervallo iſto attentius aliquantiſper contemplatus, reſpondit, utrumque ſibi colorem album ſatis bonum videri; & nec uter eorum melior eſſet, nec qua in re inter ſe differrent, dicere ſe poſſe. Quocirca, quando hic quidem albor pulveris in Sole expoſiti, manifeſto compoſitus erat ex coloribus iſtis, quos pulveres illi ſimplices (auripigmentum, purpura, cæruleum montanum, & viride æris) utique ante componendum in eodem lumine expoſiti habuerunt; omnino fatearis neceſſe eſt, tam ex hoc experimento, quam ex priori effici id demum, ut albor perfectus ex coloribus inter ſe permixtis componi poſſit.

Ex iis, quæ dicta ſunt, liquet etiam Solis luminis alborem compoſitum eſſe ex coloribus univerſis, quibus diverſa radiorum lumen illud conſtituentium genera, quum ſingulis ſuis refrangibilitatis gradibus a ſe invicem ſeparata ſint, inficiant chartam aut quodvis album corpus in quod incidant. Etenim colores iſti, (per

prop.

Digitized by Google

prop. 2,) ſunt immutabiles. Et quandocunque radii illi univerſi, una cum ſuis iſtis coloribus, iterum commixti ſunt, id idem lumen album iterum producunt.

PROPOSITIO VI. PROBLEMA II.

In mixtura colorum primariorum, data cujuſque quantitate & qualitate, invenire quis ſit futurus compoſiti color.

CEntro O, (*Fig.* 11. *Tab. III.*) ſemidiametro OD, deſcribatur circulus ADF; diſtinguaturque circumferentia ipſius in ſeptem partes, DE, EF, FG, GA, AB, BC, CD, quæ ſint proportionales tonis ſeptem muſicis ſive intervallis octo illorum in octava, *ſol*, *la*, *fa*, *ſol*, *la*, *mi*, *fa*, *ſol*; hoc eſt, quæ ſint proportionales numeris $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{9}$. Repræſentet prima pars DE colorem rubrum, ſecunda EF aureum, tertia FG flavum, quarta GA viridem, quinta AB cæruleum, ſexta BC indicum, & ſeptima CD violaceum. Finge hos eſſe colores omnes luminis ſimplicis gradatim in ſe invicem deſinentes, quomodo faciunt colores priſmate exhibiti: hoc eſt, repræſentet circumferentia DEFG ABCD totam ſeriem colorum, ab uſque uno extremo coloratæ Solis imaginis ad alterum ordine diſpoſitorum: adeo ut a D ad E, ſint omnes gradus coloris rubri; in E, color inter rubrum atque aureum medius; ab E ad F, gradus omnes coloris aurei; in F, color inter aureum atque flavum medius; ab F ad G, gradus omnes coloris flavi; & ſic deinceps. Porro ſit p centrum gravitatis arcus DE; & q, r, $ſ$, t, v, x, centra gravitatis arcuum EF, FG, GA, AB, BC, & CD comparate: & circa hæc centra gravitatis deſcribantur circuli, qui ſint comparate proportionales radiis ſingulorum colorum in data mixtura; hoc eſt, circulus p proportionalis numero radiorum rubrorum in data mixtura; circulus q, proportionalis numero radiorum aureorum in eadem mixtura; & ſimiliter cæteri. Inveni deinde centrum gravitatis commune omnium circulorum iſtorum, p, q, r, $ſ$, t, v, x: quod quidem centrum ſit Z. Et per iſtud Z, a centro circuli ADF, ducta ad circumferentiam linea recta OY; locus puncti iſtius Y in illa circumferentia oſtendet quis naſciturus ſit color ex compoſitione colorum omnium in data mixtura; & linea OZ erit proportionalis largitati ſive ſaturitati iſtius coloris, hoc eſt, oſtendet quantum is diſtet ab albitudine. Exempli gratia: Si Y incidat in locum medium inter F & G; color ex data compoſitione naſciturus erit flavus optimus: ſi Y declinet de medio ad F vel G verſus; color compoſitus erit proinde flavus aureſcens vel virideſcens. Si Z incidat in ipſam circumferentiam; color erit factus quam poſſit ſumme largus floriduſque: ſi incidat in locum medium inter circumferentiam & centrum; color erit dimidio minus ſatur; hoc eſt, color erit talis factus, qualis ex flavo largiſſimo floridiſſimoque, admixto æqua portione albo, eſſet oriturus: ſi denique Z incidat in ipſum centrum O, color jam, amiſſa penitus ſaturitate ſua omni, plane albus erit factus. Verum id hic obſervandum eſt; ſi punctum Z incidat in lineam OD, vel propius ab ea; cum jam colorum ſimplicium præcipui ſint ruber & violaceus, colorem compoſitum non utique futurum ullius ex coloribus priſmate exhibitis ſimilem, ſed purpureum rubeſcentem aut ad violaceum accedentem, pro eo ut punctum Z ex hac vel illa parte lineæ DO ad E vel C verſus ceciderit: & in univerſum, colorem violaceum compoſitum, quam ſimplicem, ſemper magis clarum eſſe atque igneum. Item, ſi ex coloribus primariis duo ſolummodo, qui ſcilicet in iſto circulo ſibi e diametro invicem ſint oppoſiti, commiſceantur æqua portione inter ſe; punctum Z tum caſurum quidem eſſe in ipſum centrum O; nec tamen fore, ut color ex duobus iſtis compoſitus ſit perfecte albus, ſed languidus quidam & evanidus color ſine nomine. Neque enim unquam efficere potui, ut ex duobus duntaxat coloribus primariis inter ſe permixtis, color compoſitus plane albus eſſet futurus. Utrum ex tribus coloribus, æqualibus interjectis intervallis, in iſta circumferentia deſumptis, componi poſſit color plane albus, necne; equidem haud ſcio: ve-

H rum

rum ex quatuor aut quinque inter ſe permixtis, quin id fieri poſſit, nihil dubito. Sed hæ ſunt curioſitates, quæ parum aut nihil conferant ad intelligenda naturæ phænomena. Etenim in omnibus coloribus albis a natura productis, ſolet ineſſe permixtio radiorum omnium generum, & conſequenter colorum compoſitio univerſorum.

Ut regulæ hujuſce exemplum apponam; finge colorem componendum ex his, qui ſequuntur, coloribus homogeneis; videlicet, ex coloris violacei portione 1, indici portione 1, cærulei portionibus 2, viridis portionibus 3, flavi portionibus 5, aurei portionibus 6, & rubri portionibus 10. Portionibus hiſce comparate proportionales deſcribo circulos, *x*, *v*, *t*, *ſ*, *r*, *q*, *p*; hoc eſt, ita ut ſi circulus *x* ſit 1, circulus *v* ſit utique 1; circulus *t*, 2; circulus *ſ*, 3; & circuli *r*, *q*, ac *p*, ſint 5, 6, ac 10. Tum invenio Z centrum gravitatis commune horum omnium circulorum, & per iſtud Z ducta linea O Y, punctum Y incidit in circumferentiam inter E & F, paulo propius ab E quam ab F: unde concludo colorem ex ſimplicibus iſtis compoſitum, futurum eſſe aureum, ad rubrum paulo propius accedentem quam ad flavum. Præterea invenio lineam O Z paulo eſſe minorem dimidio illius O Y: unde concludo colorem huncce aureum compoſitum, minus aliquanto quam dimidium habere largitatis ſive ſaturitatis illius, quæ eſt coloris aurei ſimplicis; hoc eſt, colorem huncce aureum talem eſſe, qualis oriri debeat ex aureo homogeneo & colore albo bono commixtis inter ſe in proportione lineæ O Z ad lineam Z Y; quæ nimirum proportio, non eſt quantitatum pulverum aurei & candidi commiſcendorum, ſed quantitatum luminis ipſius quod ab utroque reflectatur.

Atque hanc quidem regulam ſatis accuratam eſſe exiſtimo ad experimenta agenda, quamvis non ſit mathematice accurata. Porro autem quam vera ſit ad ſenſus judicium, abunde probari poteſt, intercipiendo ad lentem unum quemvis vel plures colorum in decimo experimento hujus Partis. Etenim reliqui colorum non intercepti, ſed ad focum lentis progredientes, conficient ibi vel accurate vel quam proxime colorem talem, qualis ſecundum hanc regulam ex permixtione ipſorum oriri debeat.

PROPOSITIO VII. THEOREMA V.

Colores omnes in rerum univerſitate, qui quidem ex lumine oriantur, & non a viribus imaginationis pendeant, ſunt vel colores luminum homogeneorum, vel ex illis compoſiti; idque vel accurate, vel quam proxime, ſecundum regulam in præcedenti problemate expoſitam.

Etenim probavimus (prop. 1. hujus Partis,) colorum varietatem refractionibus exhibitam, non oriri ex novis radiorum modificationibus, inter refringendum ſcilicet lumini impreſſis, & a varia luminis umbræque pendentibus terminatione: in qua quidem ſententia philoſophi omnes antehac fuere. Probavimus etiam (prop. 1. primæ Partis, & prop. 2. hujus Partis,) diverſos radiorum homogeneorum colores, ſingulos ſingulorum refrangibilitatis gradibus ſemper reſpondere; iſtoſque refrangibilitatis gradus (prop. 2. primæ Partis,) non poſſe ullis refractionibus aut reflexionibus mutari; & conſequenter neque colores ipſos poſſe mutari. Inſuper autem probavimus directo, refringendo & reflectendo lumina homogenea ſeparatim, (prop. 2. hujus Partis,) colores ipſorum non poſſe mutari. Porro, probavimus radios diverſorum generum inter ſe permixtos, & per unum idemque ſpatium inter decuſſandum tranſeuntes, (exper. 10. hujus Partis,) non ibi in ſe mutuo ita agere, ut ſuas invicem qualitates colorificas immutent; ſed intermiſcendo actiones ſuas in ſenſorio, ſenſum illic excitare alium commixtos, ac excitaſſent ſeparati; hoc eſt, ſenſum talis coloris, qui ſit inter proprios ſingulorum colores medius: & particulatim, quum concurſu & mixtura radiorum omnium generum, color albus generetur; album iſtum (prop. 5. hujus Partis,) eſſe utique permixtionem colorum illorum

Digitized by Google

rum omnium, quos radii ſinguli habuiſſent ſeparatim: radios nimirum in iſta mixtura non amittere aut immutare ſuas ſingulorum qualitates colorificas, ſed variis ſuis actionibus in ſenſorio permixtis univerſis, excitare ſenſum coloris cujuſdam inter colores ipſorum ſingulos medii; qui color ſcilicet eſt albitudo. Eſt enim albitudo color inter omnes medius; quippe qui ad omnes indifferenter ſe habeat, & æqua facilitate ſingulis infici queat. Utique pulvis ruber cum cæruleo parva portione commixtus, aut cæruleus cum rubro, non continuo colorem ſuum amittit; at pulvis albus cum quovis colore commixtus, inficitur continuo ab iſto colore; & eadem facilitate ab alio quocunque colore infici poteſt. Ad hæc probavimus, ut Solis lumen ex omne genus radiis compoſitum eſt, ita alborem ipſius compoſitum eſſe ex coloribus radiorum omnium generum; quippe iſti radii, cum ab initio ſuas ſinguli colorificas qualitates æque ac refrangibilitates habuerint, tum eas retineant ſcilicet perpetuo immutabiles, non obſtantibus refractionibus aut reflexionibus quibuſcunque: quandocunque autem ullum genus Solis radiorum, ullo pacto (ut reflexione in experimentis nono & decimo primæ Partis, aut refractione ut in omnibus refractionibus fit,) a reliquis ſeparatum ſit; tum eos coloribus videri propriis & ſuis. Hæc, inquam, omnia ante probavimus: Hæcque omnia ſimul ſumpta id efficiunt, ut propoſitio, quam jam ponimus, ſatis ſit comprobata. Si enim Solis lumen compoſitum eſt ex radiis diverſorum generum, qui ſuos ſinguli congenitos refrangibilitatis gradus qualitateſque colorificas habent, & non obſtantibus refractionibus aut reflexionibus, ſeparationibus aut permixtionibus quibuſcunque, ſuas iſtas tamen ſinguli congenitas proprietates perpetuo ſine ulla immutatione retinent: utique efficitur neceſſario, ut colores omnes, qui ſunt in rerum univerſitate, tales ſint, quales ſemper oriri debeant ex congenitis qualitatibus colorificis radiorum illorum, ex quibus lumina, per quæ colores iſti ſub aſpectum veniant, compoſita ſint. Quare, cum ratio & cauſa cujuſcunque coloris, quæ ſit, requiratur; id duntaxat nobis agendum reſtat, ut conſideremus quo pacto radii, qui ſunt in Solis lumine, fuerint vel reflexionibus vel refractionibus vel aliis quibuſvis cauſis a ſe invicem ſeparati, vel inter ſe commixti; vel ut alio quovis modo inveniamus quæ genera radiorum, & qua proportione, inſint in eo lumine, per quod color iſte exhibetur; & denique, ut ex problemate noviſſime propoſito intelligamus, quis color oriri debeat ex radiis iſtis (ſive coloribus ipſorum) ea proportione inter ſe commixtis. Cæterum in hoc omni argumento, cum colores dico, eos ſemper intelligi colores velim, qui ex lumine revera oriantur. Sunt enim qui aliis ex cauſis ortum ſuum habeant: ut quum imaginationis viribus colores in ſomniis nobis objectos videmus; aut inſanus ea, quæ non ſunt, videtur ſibi videre; aut percuſſo oculo, ignem quis ſibi eliſum videt; aut comprimendo oculorum angulum alterum, dum acies alio convertatur, colores videmus plumæ pavoniæ lunulam referentes. Ubi hæ aut harum ſimiles cauſæ non interveniunt, color omnis ſemper reſpondet generi aut generibus radiorum, ex quibus lumen compoſitum ſit; quomodo ego quidem experiundo ſemper comperi, in omnibus illis colorum phænomenis, in quæ adhuc inquirere potuerim. In ſequentibus propoſitionibus exempla rei hujuſce dabo, ad phænomena notatu digniſſima explicanda.

PROPOSITIO VIII. PROBLEMA III.

Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis explicare colorum priſmatibus exhibitorum rationem.

SIT ABC (*Fig.* 12. *Tab. III.*) priſma, quo refringatur lumen Solis tranſmiſſum in cubiculum tenebricoſum per foramen F ϕ; quod foramen pari fere ſit latitudine, ac ipſum priſma: ſitque MN charta alba, qua lumen refractum ita excipiatur, ut radii maxime refrangibiles, ſive violacei extremi, incidant puta in ſpatium P π; radii minime refrangibiles, ſive rubri extremi, in ſpatium T τ; radii

 inter

inter indicos & cæruleos medii, in ſpatium $Q\chi$; radii viridium medii, in ſpatium $R\rho$; radii inter flavos atque aureos medii, in ſpatium $S\sigma$; & reliqua radiorum intermediorum genera, in ſpatia comparate intermedia. Etenim hoc modo ſpatia, in quæ diverſa radiorum genera adæquate incidant, erunt, propter diverſam generum iſtorum refrangibilitatem, ordine continuo gradatim deorſum verſus diſpoſita. Jam ſi charta iſta MN adeo prope a priſmate diſtet, ut ſpatia PT & $\pi\tau$ in ſe mutuo non incurrant; intervallum ipſorum $T\pi$ illuminatum erit omnibus radiorum generibus ea ad ſe invicem proportione, qua e priſmate primum egrediuntur; & conſequenter id ſpatium album erit. At ſpatia PT & $\pi\tau$, ab utraque parte iſtius $T\pi$, non erunt univerſis radiorum generibus illuminata; ideoque illa videbuntur colorata. Speciatim, in loco P, quo radii violacei extremi incidunt ſoli, color debebit eſſe violaceus ſaturatiſſimus: in loco Q, ubi radii violacei atque indici ſunt commixti, color debebit eſſe violaceus multum accedens ad indicum: in loco R, ubi radii violacei, indici, cærulei, & pars viridium dimidia, ſunt commixti; color (ex conſtructione problematis ſecundi) compoſitus debebit eſſe inter indicum & cæruleum medius: in loco S, ubi radii univerſi, exceptis rubris atque aureis, commixti ſunt; color (ſecundum eandem regulam) compoſitus debebit eſſe cyaneus ſive thalaſſinus, ad viridem magis quam ad indicum accedens: denique in ſpatio quod eſt ab S ad T, color iſte cyaneus, magis magiſque dilutus evaniduſque factus; ad T demum, ubi colores univerſi commiſceri incipiunt, deſinet in ipſam albitudinem.

Similiter, ex altera parte ſpatii illius albi $T\pi$: in loco τ, quo radii minime refrangibiles, ſive rubri extremi, incidunt ſoli; color debebit eſſe ruber ſaturatiſſimus: in loco σ, ex rubro atque aureo commixtis color compoſitus eſſe debebit ruber aureſcens: in loco ρ ex rubro, aureo, flavo, & parte dimidia viridis, inter ſe permixtis, color compoſitus eſſe debebit inter aureum & flavum medius: in loco χ, ex mixtura omnium colorum, exceptis violaceo & indico; compoſitus eſſe debebit color ſubflavus, ad viridem magis quam ad aureum deſcendens: denique in eo ſpatio quod eſt a χ ad π, color iſte ſubflavus, magis magiſque languidus evaniduſque factus; ad π demum, ubi radii omnium generum admiſceri incipiunt, in ipſam albitudinem deſinet.

Atque hi quidem colores ita apparere deberent, ſi Solis lumen plane album eſſet. Verum quia id lumen ad colorem ſubflavum accedit; utique radiorum flavorum nimii, qui id colore ſubflavo inficiunt, commixti porro cum cyanco evanido qui eſt inter S & T, efficient ut is colorem ſubviridem trahat. Jam igitur colores ordine a P ad τ diſpoſiti, debebunt eſſe violaceus, indicus, cæruleus, ſubviridis languidus, albus, ſubflavus, aureus, ruber. Ita quidem ex computatione res ſe habet: & cuicunque colores priſmate exhibitos libuerit oculis intueri, is reapſe hunc eſſe verum colorum ordinem experiundo comperiet.

Hi ſunt colores ex utraque parte albi, quum charta inter priſma & punctum X, ubi colores coeunt & albus interpoſitus evaneſcit, collocata ſit. Nam ſi charta longius adhuc a priſmate diſtet; jam radiorum maxime minimeque refrangibiles in medio lumine deerunt; & radii reliqui eodem loci inter ſe permixti colorem viridem ſaturiorem quam antea conficient: ſimiliter flavus & cæruleus minus jam compoſiti, quam antea, erunt facti; & conſequenter magis ſaturi. Atque hæc quoque conveniunt cum experientia.

Quod ſiquis album aliquod corpus nigrore vel tenebris circundatum per priſma inſpiciat; utique colorum, quibus id corpus fimbriatum videbitur, ratio eadem erit fere, ac jam diximus; quomodo rem paulo attentius conſideranti facile apparebit. E contrario, ſi aliquod nigrum corpus circundatum ſit albo; jam colores, qui id per priſma inſpicienti ſe exhibebunt, attribuendi erunt lumini corporis albi, ſe in nigri partes diffundenti; quamobrem & contrario ordine diſpoſiti apparent, ac cum album corpus circundatum ſit nigro. Hocque idem de iis corporibus per priſma inſpectis intelligendum eſt, quibus partium ſuarum aliæ aliis minus ſint luminoſæ. Etenim in confinibus partium magis minuſque luminoſarum, colores eiſdem de cauſis

ſem-

Digitized by Google

ſemper oriri debebunt ex majori lumine partium luminoſiorum ; & eodem eſſe genere & ordine, ac ſi partes obſcuriores eſſent nigræ ; ſed tamen magis languidi eſſe, & diluti.

Porro, quod de coloribus, quos priſmata exhibeant, dictum eſt ; idem facile de coloribus, quos teleſcopiorum microſcopiorumve vitra, vel etiam oculi ipſius humores exhibeant, intelligi poterit. Etenim ſi vitrum objectivum teleſcopii craſſius ſit ab una parte quam ab altera ; vel ſi dimidia pars vitri, vel dimidia pars pupillæ oculi, corpore aliquo opaco obtegatur : utique id vitrum objectivum, vel ea ipſius pars, oculive pupillæ pars, quæ non ſit obtecta, conſiderari poterit ut cuneus lateribus curvis. Omnis autem cuneus e vitro, vel ex alia ulla materia pellucida, eundem, ac priſma, in refringendo lumine inter tranſmittendum, effectum obtinet.

Denique colores in experimentis nono & decimo primæ Partis hujus Libri, quemadmodum e diverſa luminis reflexibilitate oriantur ; ex iis, quæ ibi dicta ſunt, ſatis quidem eſt manifeſtum. Verum notatu dignum eſt in nono experimento, tamdiu dum directum Solis lumen eſt ſubflavum, nimiam radiorum cæruleorum in reflexo luminis radio M N (*Fig.* 21. *Tab. IV. Par. I.*) admixtam portionem, ad id duntaxat valere, ut color iſte ſubflavus in albidum ſubcæruleum convertatur, non autem ut is colorem plane cæruleum induat. Quo igitur is colorem cæruleum meliorem traheret ; uſus ſum, loco ſubflavi luminis ſolaris, lumine albo nubium ; variato nonnihil, quomodo infra ſequitur, illo experimento.

EXPERIMENTUM XVI.

Sit H F G (*Fig.* 13. *Tab. IV.*) priſma in aperto aere collocatum ; & S oculus ſpectatoris, inſpicientis nubes per lumen ipſarum, quod ingrediatur in priſma per faciem planam F I G K, in eoque reflectatur a baſi H E I G, indeque per faciem planam H E F K egrediatur ad oculum. Quum priſma & oculus convenienter locati ſint, ut anguli incidentiæ & reflexionis ad baſin ſint circiter quadragenum graduum, ſpectator videbit arcum cæruleum M N, ab uno uſque baſis extremo ad alterum pertingentem : cujus quidem arcus pars concava ipſi obverſa videbitur ; & baſis pars I M N G, quæ erit ultra illum arcum, luminoſior videbitur, quam ejuſdem pars citerior E M N H. Profecto arcus iſte cæruleus, quum manifeſto nulla alia ex cauſa oriatur, quam e reflexione ſuperficiei ſpecularis ; adeo mirum videtur ac ſingulare phænomenon, & cujus adeo nulla ratio ex vulgaribus philoſophorum hypotheſibus afferri poſſit ; ut non potuerim, quin id notatu & explicatu digniſſimum exiſtimarem. Jam igitur ut hujus rei cauſam ac rationem intelligamus ; finge priſmatis latera plana & baſin, planitie A B C ad perpendiculum interſectas. Ab oculo ad lineam B C, qua planities iſta baſin priſmatis interſecat, ducantur lineæ S *p* & S *t*, ita ut fiant angulus S *p* C graduum $50\frac{1}{9}$, & angulus S *t* C graduum $49\frac{1}{28}$ eritque jam punctum *p* terminus ultra quem nulli radiorum maxime refrangibilium tranſmitti per baſin priſmatis & refringi poſſint ; eorum ſcilicet quorum incidentia talis ſit, ut ad oculum reflecti queant. Similiter, punctum *t* erit terminus ultra quem nulli radiorum minime refrangibilium tranſmitti queant per baſin ; quorum utique incidentia talis ſit, ut ad oculum reflecti poſſint : & punctum *r*, in medio inter *p* & *t*, erit ſimiliter terminus tranſmiſſionis radiorum mediocriter refrangibilium. Quamobrem omnes radii minime refrangibiles, incidentes in baſin ultra *t*, hoc eſt, inter *t* & B, qui quidem inde ad oculum reflecti queant ; reflectentur utique ad oculum : at citra illud *t*, hoc eſt, inter *t* & C, multi iſtorum radiorum tranſmittentur per baſin. Similiter omnes radii maxime refrangibiles, incidentes in baſin ultra *p*, hoc eſt, inter *p* & B, qui quidem inde ad oculum reflecti queant ; reflectentur utique ad oculum : at citra illud *p*, hoc eſt inter *p* & C, multi iſtorum radiorum tranſmittentur per baſin & refringentur. Idemque ſimiliter intelligendum eſt de radiis mediocriter refrangibilibus, ex utraque parte pun-

puncti *r*. Ex quo efficitur, baſis priſmatis partem eam, quæ inter *t* & B interjaceat, totali radiorum omnium generum reflexione ad oculum, albam atque claram videri debere: e contrario autem, quæ ejus pars inter *p* & C interjaceat, eam, ex tranſmiſſu multorum omne genus radiorum, magis pallidam, obſcuram, tenebroſamque videri oportere: at in *r*, omnique in parte inter *p* & *t*, ubi omnes radii maxime refrangibiles reflectuntur ad oculum, multi autem minime refrangibilium tranſmittuntur; nimiam radiorum maxime refrangibilium admixtam lumini reflexo portionem, inficere debere id lumen ſuo colore, hoc eſt, violaceo & cæruleo. Hocque idem evenit, quacunque in parte baſis, inter extrema H G & E I, capiatur linea C *p r t* B.

PROPOSITIO IX. PROBLEMA IV.

Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis, explicare arcus cœleſtis colorum rationem.

HIc arcus nunquam videtur, niſi cadente pluvia, & ſimul fulgente Sole. Repræſentari autem poteſt etiam arte, jaciendo aquam in ſublime, quæ in guttulas diſperſa, in modum pluviæ, decidat. Etenim Solis radii in hujuſmodi guttulas incidentes, ſemper arcum exhibent ſpectatori apta poſitione inter Solem & pluviam collocato. Unde hodie convenit inter omnes, arcum iſtum refractione luminis ſolaris in guttulis pluviæ cadentis effici. Intellexerunt hoc etiam antiquorum nonnulli: inter recentiores autem plenius id invenit uberiuſque explicavit celeberrimus *Antonius de Dominis* Archiepiſcopus *Spalatenſis*, in libro ſuo *de radiis viſus & lucis*, quem ante annos amplius viginti ſcriptum, in lucem tandem edidit amicus ſuus *Bartolus*, *Venetiis* anno 1611. In eo enim libro oſtendit vir celeberrimus, quemadmodum arcus interior, binis refractionibus radiorum Solis, ſingulisque reflexionibus inter binas iſtas refractiones intervenientibus, in rotundis pluviæ guttis effingatur; exterior autem arcus, binis refractionibus, binisque itidem reflexionibus interjectis, in ſimilibus aquæ guttis efficiatur. Suamque is explicandi rationem experimentis comprobavit, in phiala aquæ plena, & globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis; quo duorum arcuum iſtorum colores, in illis ſe exhiberent contemplandos. Porro, eandem explicandi rationem perſecutus eſt *Carteſius* in meteoris ſuis; eamque quæ eſt de arcu exteriori, inſuper emendavit. Verum cum hi ſcriptores veram colorum originem non intelligerent; neceſſe erit hanc materiam paulo adhuc ulterius proſequi. Ut clarius igitur intelligamus, quemadmodum arcus cœleſtis efficiatur; eſto globus B N F G, (*Fig.* 14. *Tab. IV.*) centro C & ſemidiametro C N deſcriptus, pluviæ gutta, vel aliud quodvis corpus perlucidum globoſum. Sit porro A N unus ex radiis Solis, incidens in globum iſtum ad N, indeque refractus ad F; ubi vel exeat e globo refractus ad V, vel reflectatur ad G; ibique iterum vel exeat refractus ad R, vel reflectatur ad H: ubi tandem exeat refractus ad S, radiumque incidentem ſecet in tranſverſum in Y. Produc jam A N, & R G, donec coeant in X; & ſuper A X, & N F, demitte perpendiculares C D, & C E; & produc C D, donec incidat in circumferentiam ad L. Denique, parallelam radio incidenti A N duc diametrum B Q; ſitque ſinus incidentiæ ex aere in aquam, ad ſinum refractionis, ut I ad R. Jam ſi fingas punctum incidentiæ N moveri & ferri gradatim a puncto B ad uſque punctum L; arcus Q F augebitur primo, & deinde minuetur; & ſimiliter angulus A X R, quem continent radii A N, & G R: iſteque arcus Q F, & angulus A X R maximi tum erunt facti, cum N D ſit ad C N, ut $\sqrt{II-RR}$ ad $\sqrt{3RR}$; quo in caſu N E erit ad N D, ut 2 R ad I. Præterea angulus A Y S, qui continetur radiis A N & H S, minuetur primo, & deinde augebitur: minimus autem tum erit factus, cum N D ſit ad C N, ut $\sqrt{II-RR}$ ad $\sqrt{8RR}$; quo in caſu N E erit ad N D, ut 3 R ad I. Similiter angulus quem radius proximus emergens, (hoc eſt, radius poſt tres re-

fle-

flexiones emergens,) continet cum radio incidente A N, veniet tum ad terminum ſuum, cum N D ſit ad C N, ut $\sqrt{II-RR}$ ad $\sqrt{15\,RR}$; quo in caſu N E erit ad N D, ut 4 R ad I. Porro, angulus quem radius adhæc proximus emergens (hoc eſt, radius poſt quatuor reflexiones emergens,) continet cum radio incidente A N, veniet tum ad terminum ſuum, cum N D ſit ad C N, ut $\sqrt{II-RR}$ ad $\sqrt{24\,RR}$; quo in caſu N E erit ad N D, ut 5 R ad I. Et ſimiliter in infinitum: numeris nimirum 3, 8, 15, 24, &c. collectis continua additione terminorum arithmeticæ progreſſionis, 3, 5, 7, 9, *&c.* Quorum quidem omnium veritatem facile expendent intelligentque mathematici.

Jam obſervandum eſt; ſicuti quum Sol ad tropicorum alterutrum accedat, dierum longitudo per aliquod temporis ſpatium parvis admodum portionibus augetur vel minuitur; ita hoſce angulos, quum (augendo diſtantiam C D) ad terminos ſuos perveniunt, quantitatem ſuam aliquandiu variare parva admodum portione; ideoque radiorum in omnia puncta N quadrantis B L incidentium, multo majorem numerum emergere debere prope terminos horum angulorum, quam in aliis ullis inclinationibus. Obſervandum eſt præterea, futurum ut radii, qui refrangibilitate inter ſe differunt, diverſos habeant terminos angulorum ſuorum emerſionis; & conſequenter, pro diverſis refrangibilitatis gradibus, emerſio ipſorum copioſiſſima in diverſis angulis fiat; adeoque ipſi a ſe invicem ſeparati, ſuum ſinguli colorem proprium exhibeant. Iſti autem anguli qui ſint, ex præcedenti theoremate facili computatione colligi poterit.

Etenim in radiis minime refrangibilibus, ſinus I & R (quomodo ſupra comperimus) ſunt 108 & 81: unde, poſito calculo, angulus maximus A X R invenietur graduum 42, 2′; & angulus minimus A Y S, graduum 50, 57′. In radiis autem maxime refrangibilibus, ſinus I & R ſunt 109 & 81: unde, poſito calculo, angulus maximus A X R invenietur graduum 40, 17′; & angulus minimus A Y S, graduum 54, 7′.

Finge jam O eſſe oculum ſpectatoris, & O P (*Fig.* 15. *Tab. IV.*) lineam parallelam radiis Solis; ſintque P O E, P O F, P O G, P O H, anguli graduum 40, 17′; 42, 2′; 50, 57′; & 54, 7′, reſpective: Jamque hi anguli circum latus ſuum commune O P circumacti, deſcribent reliquis ſuis lateribus O E, O F; O G, O H, margines duorum arcuum A F B E & C H D G. Etenim ſi E, F, G, H, ſint guttæ collocatæ ubivis in ſuperficiebus conicis deſcriptis a lineis O E, O F, O G, O H; & illuminatæ radiis Solis S E, S F, S G, S H: utique angulus S E O, cum ſit æqualis angulo P O E, ſive graduum 40, 17′; erit maximus angulus, in quo radii maxime refrangibiles poſſint poſt unam reflexionem refringi ad oculum; & proinde guttæ omnes in linea O E emittent ad oculum radios maxime refrangibiles copioſiſſime; eoque pacto ſenſui colorem violaceum ſaturatiſſimum illo in loco exhibebunt. Simili ratione, angulus S F O, cum ſit æqualis angulo P O F, ſive graduum 42, 2′; erit utique maximus, in quo radii minime refrangibiles poſſint poſt unam reflexionem emergere e guttis; & proinde guttæ in linea O F emittent ad oculum radios iſtos copioſiſſime, eoque pacto ſenſui colorem rubrum ſaturatiſſimum illo in loco exhibebunt. Porro, eadem argumentandi ratione, radii qui ſint intermediis refrangibilitatis gradibus, emittentur copioſiſſime e guttis inter E & F; & ſenſui exhibebunt colores intermedios eo ordine, qui refrangibilitatis ipſorum gradibus reſpondeat; hoc eſt, in progreſſu ab E ad F, ſive ab interiori parte arcus ad exteriorem, colores hoſce ordine exhibebunt, violaceum, indicum, cæruleum, viridem, flavum, aureum, rubrum. Verum enimvero color violaceus, propter admixtum lumen album nubium, evanidus videbitur & ad purpureum accedens.

Rurſum, angulus S G O, cum ſit æqualis angulo P O G, ſive graduum 50, 57′; erit utique minimus angulus, in quo radii minime refrangibiles poſſint poſt binas reflexiones emergere e guttis; quare guttæ in linea O G emittent ad oculum radios minime refrangibiles copioſiſſime; eoque pacto ſenſui colorem rubrum ſaturatiſſimum illo in loco exhibebunt. Similiter angulus S O H, cum ſit æqualis angulo P O H,
ſive

Digitized by Google

ſive graduum 54, 7′ ; erit utique minimus angulus, in quo radii maxime refrangibiles poſſint poſt binas reflexiones emergere e guttis ; quare guttæ in linea O H emittent ad oculum radios iſtos copioſiſſime ; eoque pacto ſenſui colorem violaceum ſaturatiſſimum illo in loco exhibebunt. Eademque argumentandi ratione, guttæ in mediis partibus inter G & H, ſenſui exhibebunt colores intermedios eo ordine, qui refrangibilitatis ſuæ gradibus reſpondeat ; hoc eſt, in progreſſu a G ad H, ſive ab interiori parte arcus ad exteriorem, colores hoſce ordine exhibebunt, rubrum, aureum, flavum, viridem, cæruleum, indicum, violaceum. Denique, cum hæ quatuor lineæ O E, O F, O G, O H, qualibet in parte ſuperficierum conicarum ſupra memoratarum ſitæ eſſe poſſint ; utique quod de guttis & coloribus in iſtis lineis dictum eſt, id de guttis & coloribus in omni parte iſtarum ſuperficierum ſimiliter dictum intelligi oportet.

Atque hoc pacto effecti erunt duo arcus colorati ; interior ac clarior, una reflexione intra guttas facta ; & exterior ac dilutior, binis reflexionibus : etenim lumen unaquaque reflexione fit languidius perpetuo. Porro arcuum iſtorum colores contrario erunt ordine diſpoſiti inter ſe : color enim ruber utriuſque arcus, continens erit utrinque ſpatio G F inter duos arcus interjacenti. Arcus interioris latitudo E O F, in tranſverſum coloribus dimenſa, erit gradus 1, 45′ ; exterioris latitudo G O H, 3, 10′ ; arcuumque inter ſe diſtantia G O F, 8, 55′ ; maxima nimirum ſemidiametro interioris, hoc eſt, angulo P O F, exiſtente 42, 2′ ; & minima ſemidiametro exterioris P O G, 50, 57. Hæ ſunt menſuræ arcuum, ita utique futuræ, ſi Sol eſſet unum duntaxat punctum. At enim Solis globi latitudine latitudo arcuum augebitur, eorumque diſtantia inter ſe minuetur, dimidio gradu. Jamque latitudo arcus interioris erit 2, 15′ ; latitudo exterioris, 3, 40′ ; diſtantia ipſorum inter ſe, 8, 25′ ; maxima ſemidiameter arcus interioris, 42, 17′ ; & minima exterioris, 50, 42′. Atque hæ quidem revera arcuum in cœlo reperiuntur menſuræ quam proxime, quando colores ipſorum clari atque perfecti videntur. Quondam enim, qua tum accideret ut potuerim ratione, dimenſus ſum maximam ſemidiametrum arcus interioris, eamque comperi graduum circiter 42 ; eodemque tempore latitudinem colorum rubri, flavi, & viridis, in eodem arcu, comperi eſſe minutorum 63 vel 64 ; præter extremum colorem rubrum evanidum, claritate nubium circumjacentium obſcuratum, in quem tria vel quatuor minuta amplius annumerari poterunt. Latitudo coloris cærulei erat circiter 40 minutorum amplius ; præter violaceum, qui claritate nubium circumjectarum ita erat obſcuratus, ut ejus latitudinem dimetiri non potuerim. Verum poſito quod latitudo cærulei ſimul & violacei, æqualis ſit latitudini rubri, flavi, & viridis ſimul itidem ſumptorum ; erit jam tota hujus arcus latitudo, graduum $2\frac{1}{4}$, ut ſupra. Minimum intervallum, quo arcus interior exteriorque inter ſe diſtarent, erat circiter graduum 8, 30′. Exterior arcus latior erat, quam interior ; verum adeo evanidus, præſertim a cærulea ſui parte, ut latitudinem ejus diſtincte dimetiri haud potuerim. Alio tempore, cum ambo arcus diſtinctiores apparerent, dimenſus ſum latitudinem arcus interioris, graduum 2, 10′ : eratque latitudo colorum rubri, flavi, & viridis, in exteriori arcu, ad latitudinem eorundem colorum in interiori ; ut 3 ad 2.

Hæc arcus cœleſtis phænomena explicandi ratio confirmatur adhuc amplius experimento illo notiſſimo, quod *Antonius de Dominis* & *Carteſius* excogitarunt. Suſpenſus nempe in Sole globus vitreus aquæ plenus, inſpiciendus eſt tali in poſitu, ut radii a globo ad oculum pervenientes, contineant cum Solis radiis angulum vel 42 vel 50 graduum. Etenim quum iſte angulus erit factus graduum 42 vel 43, ſpectator (puta ad O) videbit colorem rubrum clarum in ea parte globi, quæ erit a Sole averſa ; quomodo repræſentatur ad F : ſique iſte angulus paulo minor factus fuerit (puta deprimendo globum ad E,) videbuntur continuo alii colores, flavus, viridis, & cæruleus ex ordine, in eadem parte globi. Verum quum iſte angulus erit factus graduum circiter 50, (puta attollendo globum ad G,) videbitur tum color ruber in ea parte globi, quæ erit Soli obverſa ; ſique angulus iſte adhuc major factus

fuerit (puta attollendo globum ad H ,) color ille ruber convertet ſe in alios colores, flavum, viridem, & cæruleum ex ordine. Porro rem eandem expertus ſum, intuendo globum immotum, attollendo autem interea vel deprimendo oculum, vel aliter eum movendo, prout opus erat facto; donec angulus ante dictus, juſta magnitudine eſſet conſtitutus.

Audivi narratum, lumen candelæ refractum priſmate ad oculum, ita ſe habere, ut cum color cæruleus incidat in oculum, ſpectator videat tum in priſmate rubrum; cumque ruber incidat in oculum, tum is cæruleum videat. Quod quidem ſi verum eſſet; utique colores in globo antedicto, & in arcu cœleſti, ordine contrario, quam experimur, apparere deberent. Verum errorem hunc inde ortum puto, quod, cum colores luminis candelæ valde ſint languidi, difficile ſit diſcernere quinam colores in oculum incidant. Etenim ipſe obſervavi ſæpe e contrario, in Solis lumine a priſmate refracto, ſpectatorem ſemper eum colorem in priſmate videre, qui incidat in oculum. Idemque etiam in lumine candelæ verum eſſe comperi. Cum enim priſma lente moveatur e linea, quæ directo a candela ad oculum ducta ſit; color ruber primum videtur in priſmate, deinde cæruleus; ac proinde uterque tum videtur, cum incidat in oculum: nam color ruber primo ſuper oculum tranſit, deinde cæruleus.

Lumen quod binis refractionibus ſine ulla reflexione per guttas pluviæ tranſmittitur, fortiſſimum videri debet intervallo circiter 26 graduum a Sole, & langueſcere gradatim utroque, prout intervallum iſtud vel augeatur vel minuatur. Idemque dictum intelligi debet, de lumine per grandinem globoſam tranſmiſſo. Quod ſi grando, quomodo ſæpe evenit, compreſſa ſit aliquantum atque planior facta; utique lumen tranſmiſſum adeo forte evadere poterit intervallo paulo minus 26 graduum; ut circum Solem aut Lunam Halo ſive coronam effingat: Quæ porro Halos, quoties grando apta ſit figura, colorata eſſe poterit: tumque intra rubra erit facta, radiis minime refrangibilibus; & cærulea extra, radiis maxime refrangibilibus; præſertim ſi grandinis particulæ habeant forte in centris ſuis opacos nivis globulos, qui lumen intra Halo intercipientes, (quomodo *Hugenius* obſervavit,) efficere poſſint ut interior ipſius pars diſtinctius, quam alioqui futurum eſſet, definita ſit. Etenim hujuſmodi grandinis particulæ, quamvis globoſæ, tamen terminando lumen incluſa ſua nive, exhibere poterunt Halo rubram intra, & coloris expertem extra; atque etiam obſcuriorem intra rubram ſui partem, quam extra; uti plerunque fieri ſolet. Etenim ex radiis qui proxime nivem præterferuntur, rubri refringentur minime; adeoque ad oculum in lineis directiſſimis pervenient.

Lumen, quod e pluviæ gutta poſt duas refractiones & tres pluresve reflexiones egreditur, vix ſatis forte eſt ad arcum efficiendum, qui ſub ſenſum cadat. At in glaciei particulis illis cylindraceis, quarum ope *Hugenius* rationem Parheliorum explicat, poterit fortaſſe ſenſu percipi.

PROPOSITIO X. PROBLEMA V.

Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis, explicare colorum in corporibus naturalibus permanentium rationem.

Iſti colores hinc oriuntur, quod a certis corporibus naturalibus certa radiorum genera reflectuntur reliquis omnibus copioſius, & ab aliis alia. Minium reflectit radios minime refrangibiles, ſive rubros, copioſiſſime; atque inde rubrum videtur. Violæ reflectunt radios maxime refrangibiles copioſius; indeque ſuum habent colorem: & ſimiliter cætera corpora omnia. Omne corpus reflectit radios, qui ſunt ſuo ipſius colore, copioſius quam reliquos; & colorem ſuum inde trahit, quod radii iſti in reflexo lumine prævaleant ac dominentur.

Digitized by Google

EXPERIMENTUM XVII.

Etenim ſi in luminibus homogeneis, qualia per problema in quarta propoſitione primæ Partis hujus Libri expoſitum obtineri poterunt, collocentur corpora diverſorum colorum; invenies, ſicuti ipſe expertus ſum, omne corpus in eo ſemper lumine, quod ſit ſuo ipſius colore, clariſſimum & luminoſiſſimum videri. Cinnabaris in lumine rubro homogeneo, maxime reſplendet; in lumine viridi, manifeſto fit minus ſplendens; in cæruleo, etiam adhuc minus. Indicum in lumine violaceo-cæruleo, fulgentiſſimum eſt; fulgor autem iſte, prout id inde pedetentim per lumen viride & flavum tranſvehatur ad rubrum, minuit ſe gradatim. Porrum lucem viridem praſinam præcipue, deinde autem cæruleam quoque & flavam, ex quibus viridis componitur, fortius reflectit quam colores reliquos rubrum & violaceum. Et ſimiliter cætera corpora omnia. Verum quo hujuſmodi experimenta evidentiora fiant, talia corpora oportebit adhiberi, quæ ſint coloribus clariſſimis & pleniſſimis. Atque etiam bina hujuſmodi corpora inter ſe comparari oportebit. Exempli gratia; ſi cinnabaris & cæruleum cyprium ſive ultramarinum, vel alius quivis color cæruleus floridus & largus, in lumine rubro homogeneo ſimul conſerantur; utique utrumque videbitur rubrum; at cinnabaris quidem colore rubro videbitur claro, largo & ſplendentiſſimo; cæruleum cyprium autem, rubro quidem ſaturo, ſed obſcuro tamen & tenebricoſo. Sin hæc eadem corpora deinceps in lumine cæruleo homogeneo ſimul conſerantur; utique utrumque videbitur jam cæruleum; at çeruleum cyprium quidem colore çeruleo videbitur claro, largo & ſplendentiſſimo; cinnabaris autem, çeruleo quidem ſaturo, ſed obſcuro tamen & tenebris offuſo. Quo quidem experimento clariſſime, ſine omni dubitatione, evincitur, lumen rubrum multo copioſius a cinnabari reflecti, quam a çeruleo cyprio; & lumen çeruleum multo copioſius a çeruleo cyprio, quam a cinnabari. Idem autem experimentum non ſine optato eventu capi poterit etiam in minio & indico, vel binis aliis quibuſvis corporibus coloratis; ſi modo illud, quam non ex æquo forte vel languidum ſit utriuſque naturale lumen atque color, rationis habeatur.

Porro autem, ut corporum naturalium colorum ratio ex hiſce experimentis evidens eſt atque manifeſta; ita uberius inſuper confirmatur, (adeo ut res nullam amplius dubitationem habeat,) ex duobus primis experimentis primæ Partis hujus Libri; quibus quidem experimentis probavimus in iſtiuſmodi corporibus, lumina reflexa quæ coloribus inter ſe differunt, ea itidem refrangibilitatis gradibus differre inter ſe. Etenim inde manifeſtum eſt, alia corpora radios magis refrangibiles, alia minus refrangibiles, reflectere copioſius.

Atque hanc quidem eſſe non veram ſolummodo, ſed & ſolam quoque horum colorum rationem, adhuc amplius inde apparere poterit, quod color luminis homogenei non poſſit corporum naturalium reflexione ullo modo immutari.

Etenim ſi corpora naturalia nequeunt reflexione ſua colorem ullius generis radiorum ne quidem quicquam omnino immutare; utique ea corpora non poſſunt ulla alia de cauſa apparere colorata, quam quia radios illos reflectant, qui vel natura eo ſint colore quem ipſa exhibent, vel qui aliqua ſui permixtione eum conficere debeant.

Verum in hujuſmodi experimentis capiendis, cavendum eſt diligenter, ne lumen non ſit ſatis perfecte homogeneum. Si enim corpora illuminaveris coloribus vulgaribus priſmate exhibitis; videbuntur ea jam neque ſuo ipſorum colore, qualem interdiu & in aprico exhibent; neque colore qui eſt luminis jam ſibi immiſſi; ſed colorem aliquem referent inter utrumque medium; uti ipſe experiundo comperi. Exempli gratia; minium lumine viridi ordinario priſmatibus exhibito illuminatum, neque rubrum videbitur neque viride; ſed aureum aut flavum, vel coloris alicujus inter flavum & viridem medii, pro eo ut viride lumen, quo id illuminatum ſit, magis fuerit minuſve compoſitum. Etenim ex una parte; quoniam minium, quum il-

lu-

luminatum ſit lumine albo, in quo omnia radiorum genera ex æquo commixta ſunt, rubrum videtur; in viridi autem lumine omnia radiorum genera non ſunt ex æquo commixta; utique radii flavi, virides, & cærulei, qui in iſto viridi lumine jam in minium incidente inſunt nimia portione, efficere debebunt ut iidem radii in reflexo etiam lumine adeo prævaleant, ut id, cum rubrum eſſe deberet, jam colorem ipſorum ſubviridem trahat. Ex altera autem parte; quoniam minium radios rubros reliquis omnibus copioſius, pro ratione numeri ipſorum in lumine incidente, reflectit; & deinceps aureos atque flavos; utique iſti radii in lumine reflexo majorem jam proportionem ad totum illud lumen habebunt; quam habuerant ad lumen viride incidens; ac proinde efficient ut lumen illud reflexum, cum viride eſſe deberet, jam colorem ipſorum ſubrubrum trahat. Atque hoc quidem pacto minium neque rubrum videbitur, neque viride; ſed colore aliquo inter utrumque medio.

In liquoribus ita coloratis, ut tamen ſint pellucidi, obſervandum eſt colorem una cum craſſitudine ipſorum variari ſolere. Exempli gratia; liquor ruber in vitro conico inter lucem & oculum collocatus, prope a fundo, ubi tenuior eſt, colore flavo videtur pallido ac diluto; paulo ſuperius autem, ubi craſſior eſt, colorem aureum induit; qua parte adhuc craſſior eſt, rubrum; qua denique craſſiſſimus eſt, colorem rubrum ſaturum atque preſſum. Etenim exiſtimandum eſt, hujuſmodi liquorem intercipere radios indicos & violaceos facillime; cæruleos, difficilius; virides, adhuc difficilius; rubros, omnium difficillime: Quod ſi igitur craſſitudo liquoris ea ſit duntaxat, qua radiorum violaceorum indicorumque ſatis multi intercipiantur, nec tamen de reliquorum numero multum diminuatur: tum utique ex reliquis iſtis (per prop. *6.* hujus Partis) colorem componi debere pallidum flaveſcentem: Verum ſi liquoris craſſitudo tanta ſit facta, ut cæruleorum quoque radiorum plurimos intercipiat, etiam & viridium nonnullos; tum utique ex reliquis colorem componi debere aureum: Cumque porro liquor iſte eo craſſitudinis excreverit, ut etiam maximam partem radiorum viridium intercipiat, flavorum quoque aliquammultos; tum utique ex reliquis oriri oportere colorem rubeſcentem: Qui denique color ruber, pro eo ut radii flavi atque aurei (augendo adhuc liquorem in craſſitudinem) magis magiſque intercipiantur, largior perpetuo ſaturatiorque fieri debeat; donec pauci admodum radiorum, præter rubros ſolos, demum tranſmitti poſſint.

Atque hujus quidem generis eſt experimentum, quod mihi nuper retulit D. *Halleius*; qui cum, die quodam inſolato, in mare ſe ad ingentem uſque aquarum altitudinem in vaſe ad urinandum comparato ſubmerſiſſet, obſervavit ſuperiorem partem manus ſuæ, cui Sol per aquas ſuperiores ad altitudinem multarum orgyiarum incumbentes, perque parvam feneſtram vitream in vaſe infixam, directo tum collucebat, colore roſeo ſibi viſam eſſe; aquam autem infra ſe, & inferiorem manus ſuæ partem, illuſtratam lumine ab aqua inferiori reflexo, virides eſſe viſas. Etenim hinc colligi poteſt, aquam marinam reflectere radios violaceos & cæruleos facillime, rubros autem liberrime & copioſiſſime ad ingentem uſque altitudinem tranſmittere. Nam hoc quidem pacto directum Solis lumen, in ingenti aquarum altitudine, propter radios rubros numero prævalentes, rubrum videri oportebit; & quo major fuerit aquarum altitudo, eo largior ac ſaturior color iſte ruber eſſe debebit. Reflexi autem inferne radii cærulei, virides, & flavi, copioſius multo quam rubri; etiam in ea aquarum altitudine, quo radii violacei vix penetrant omnino; colorem viridem exhibeant neceſſe eſt.

Jam ſi duo liquores, coloribus largis ſaturatiſque, puta rubro & cæruleo, ea quantitate in craſſitudinem, qua colores ipſorum juſtam ſaturitatem habeant, inſpiciantur; quamvis uterque eorum ſatis translucidus ſit ſeorſum, tamen ambo non erunt conjunctim translucidi. Si enim per unum horum liquorum radii rubri ſoli tranſmittantur, & cærulei ſoli per alterum; utique per utrumque tranſmitti poterunt plane nulli. Hoc caſu & fortuito expertus eſt D. *Hookius* in cuneis vitreis, liquoribus rubro & cæruleo plenis; magnamque ei admirationem movit improviſus & inopinatus rei eventus; cujus quippe cauſa tum prorſus incognita eſſet: quo equi-

I 2 dem

dem magis experimento ejus fidem habeo, quamvis ipſe id non iteraverim. Verum quicunque hujus rei experimentum iterum capere velit; ei diligentiſſime illud in primis erit agendum, ut liquores ſint coloribus bonis admodum & ſaturatis.

Exiſtimandum eſt autem, dum corpora fiunt colorata, reflectendo aut tranſmittendo hoc vel illud genus radiorum copioſius quam cæteros; utique intercipere ea & reſtinguere intra ſe radios illos quos neque reflectunt neque tranſmittunt. Etenim ſi aurum in bracteas tenuiſſimas ductum, collocetur inter oculum & lucem; lux per id cærulea videbitur, vel viridis. Quare aureum ſolidum intromittit in ſe radios cæruleos; eoſque ultro citroque reflexos aliquandiu intra ſe, intercipit tandem atque reſtinguit penitus; dum radios flavos reflectit extra, ipſumque adeo videtur flavum. Quo autem modo bracteæ aureæ, flavæ videntur lumine reflexo, & cæruleæ tranſmiſſo; aurum autem ſolidum, omni ex parte, omnique in poſitu oculi, ex æquo flavum: eodem fere modo certi ſunt liquores, ut ligni nephritici infuſio; & certa etiam vitri genera; quæ unum genus luminis tranſmittunt copioſius, aliud autem genus reflectunt; eoque pacto coloribus variis, pro vario oculi atque luminis poſitu, videntur. Quod ſi liquores vel vitra iſta, adeo craſſa ac ſolida eſſent facta, ut nullum omnino lumen per ea tranſmitti poſſet; equidem nihil dubito, (quamvis nondum quidem expertus hoc affirmare queam,) quin ea ſimiliter ac alia omnia corpora opaca, uno eodemque colore in omni oculi poſitu eſſent apparitura. Etenim opaca ipſa corpora omnia colorata, cum (quantum ego quidem obſervare potuerim) lucem tranſmittere poſſint, ſi modo ſatis tenuia facta ſint; utique perlucida ſunt quodam modo, & gradu duntaxat pelluciditatis differunt a liquoribus pellucidis coloratis; quippe & hi liquores, æque ac corpora illa, nimia craſſitudine evadunt opaci. Porro, corpus pellucidum, quod cujuſvis coloris videatur lumine tranſmiſſo; poterit etiam ejuſdem coloris videri, lumine reflexo; ita videlicet, ſi lumen iſtius coloris reflectatur a poſteriori corporis ſuperficie, vel ab aere qui eſt ultra eam. Tumque color iſte reflexus diminui poterit, & fortaſſe evaneſcere; augendo corpus ipſum in craſſitudinem, & induendo id a tergo pice, ad cohibendam ſuperficiei ejus poſterioris reflexionem; ut lumen adeo ab ipſis corporis particulis reflexum prævaleat, &, quo colore ſe inde tinxerit, oſtendere poſſit. Utique tali in caſu, crediderim colorem luminis reflexi alium facile futurum, ac tranſmiſſi. Verum unde tandem fiat, ut corpora & liquores colorata, reflectant alia genera radiorum, alia autem intromittant vel tranſmittant; id in ſequenti Libro dicetur. In hac propoſitione ſatis habebo, illud me ita comprobaſſe, ut res nullam amplius dubitationem habere poſſit; ejuſmodi proprietates revera in corporibus ineſſe, eaque inde apparere colorata.

PROPOSITIO XI. PROBLEMA VI.

Permixtis inter ſe luminibus coloratis, componere radium luminis, qui ſit eodem colore eademque natura, ac radius directi luminis Solis; in eoque experiri propoſitionum præmiſſarum veritatem.

SIt A B C *a b c* (*Fig. 16. Tab. IV.*) priſma, quo Solis radius in cubiculum tenebricoſum per foramen F immiſſus refringatur ad lentem M N; ſuperque ea in locis *p*, *q*, *r*, *ſ*, & *t*, depingat colores ſolitos, violaceum, cæruleum, viridem, flavum & rubrum. Radios jam ita divergentes cogat refractio hujus lentis; faciarque ut iterum convergant ad X; ubi permixtione colorum illorum omnium inter ſe albitudinem, quomodo ſupra expoſitum eſt, conficiant. Tum in X collocetur aliud priſma D E G *d e g* priori parallelum; quo lumen id album refringatur ſurſum verſus ad Y. Sint refringentes priſmatum anguli, ipſorumque diſtantiæ a lente, æquales comparate inter ſe; ut radii, qui convergebant a lente ad X, quique ibi, abſque nova refractione eſſet, futurum erat ut decuſſarentur divergerentque iterum; refractione jam ſecundi priſmatis fiant denuo paralleli inter ſe, nec divergant amplius.

plius. Etenim hoc pacto ex radiis iſtis compoſitus erit iterum radius albus X Y. Si angulus refringens utriuſvis priſmatis major fuerit; id priſma tanto propius a lente diſtet oportebit. At enim quando demum priſmata & lens apte ſint inter ſe diſpoſita, ita intelliges; ſi obſervabis utrum radius X Y, qui e ſecundo priſmate egreditur, ſit ad uſque extrema ſui latera perfecte planeque albus; &, interjectis quibuſcunque a priſmate intervallis, perfecte & ex omni parte albus, haud ſecus ac directus Solis radius, permaneat necne. Etenim uſque eo, donec is ita ſe habeat, mutanda erit perpetuo & corrigenda priſmatum lentiſque diſpoſitio inter ſe. Quum autem hæc omnia apte diſpoſita compereris; ſi tum deinceps ope trabis longioris, qualis in ſchemate depicta eſt, vel tubi, vel alius cujuſvis inſtrumenti in id comparati, priſmata & lens eo in ſitu fixa retineantur; poteris exinde in hoc compoſito luminis radio X Y earundem omnium rerum experimenta capere, quarum hactenus fecimus in directo Solis lumine. Nam hic compoſitus radius eandem habet ſpeciem, eaſdemque omnes omnino proprietates, quantum ego quidem obſervare potuerim; ac directus Solis luminis radius. Porro autem, inter experimenta in hoc radio agenda, poteris, intercipiendo quoties libuerit quemvis colorum *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, ad lentem, videre manifeſto quemadmodum colores in hujuſmodi experimentis generati, non ſint alii, ſed iidem plane, qui erant radiorum ad lentem, jam antequam ii ad hunc radium conſtituendum convenirent; & conſequenter colores iſtos non oriri ex novis luminis modificationibus, refractione ſcilicet & reflexione ei impreſſis; ſed ex variis duntaxat ſeparationibus ac mixturis radiorum, congenitas utique qualitates ſuas colorificas habentium.

Exempli gratia: Quum lente uncias $4\frac{1}{4}$ lata, duobuſque priſmatibus a lente utrinque pedes $6\frac{1}{4}$ diſtantibus, compoſitum iſtiuſmodi radium luminis confeciſſem: ut experirer deinceps quæ eſſet cauſa atque ratio colorum priſmatibus exhibitorum, refregi compoſitum iſtum radium luminis X Y alio priſmate H I K *k h*, eoque pacto ſolitos priſmatis colores P Q R S T in chartam L V ultra collocatam projecei; tumque intercipiendo quemvis colorum *p*, *q*, *r*, *ſ*, *t*, ad lentem, obſervabam eundem colorem charta L V continuo evaneſcere. Ita, ſi color purpureus *p* intercipiebatur ad lentem; utique purpureus P in charta continuo evaneſcebat: reliqui autem colores permanebant nihil immutati; niſi forte cæruleum excipias, qui eatenus fortaſſe immutaretur, quatenus aliquid purpurei in eo ad lentem latitans, refractionibus ſequentibus poſtea ſeparari potuerit. Similiter, intercepto ad lentem colore viridi *r*; utique viridis R in charta continuo evaneſcebat; idemque de cæteris coloribus ſimiliter intelligendum eſt. Ex quo manifeſto apparet; ut radius albus X Y compoſitus erat ex diverſis luminibus ad lentem varie coloratis; ita colores ex eo poſtea ope novarum refractionum emergentes, non alios eſſe, quam eos ipſos, ex quibus albitudo illa compoſita fuerat. Utique refractio priſmatis H I K *k h* generat colores P Q R S T in charta L V, non immutando colorificas radiorum qualitates, ſed ſeparando radios a ſe invicem, qui eaſdem videlicet qualitates colorificas habebant, jam antequam ad refractum luminis albi radium X Y componendum coirent. Etenim alioqui fieri poſſet ut radii, qui fuerant uno quovis colore ad lentem, alio forte colore eſſent deinde in charta; contra, quam experientia comperimus.

Similiter, ut experirer quæ eſſet corporum naturalium colorum cauſa atque ratio; collocabam iſtiuſmodi corpora in radio illo albo compoſito X Y, & comperiebam ea omnia ſuos ipſorum colores proprios exhibere tales, quales interdiu in aprico exhibere ſolent; eoſque porro colores pendere omnino ex radiis, qui eſſent iiſdem coloribus ad lentem, jam antequam ad radium illum componendum coirent. Exempli gatia: Cinnabaris in radio illo albo collocata, eodem plane videtur colore rubro, ac in cœlo aperto poſita. Quod ſi porro intercipiantur ad lentem radii virides & cerulei; utique rubor ipſius jam multo clarior atque largior erit factus. Verum ſi radios rubros ad lentem intercipias; cinnabaris non jam amplius rubra vide-

debitur, ſed viridis vel flava, vel alio quovis colore, pro eo ut hæc vel illa radiorum genera in eam incidere permittas. Similiter, aurum in lumine illo albo X Y, eodem colore flavo videtur, ac in aprico lumine diurno : verum intercepto ad lentem certo & apto radiorum flavorum numero, æquiparabit id argentum albitudine; quomodo ipſe experiundo comperi : ex quo apparet colorem flavum, quo aurum tum videtur cum nulli intercepti ſint radii, oriri ex radiis illis flavis redundantibus, qui, cum per lentem iterum tranſire permittuntur, albitudinem jam dictam ſuo colore inficiunt. Sic quoque ligni nephritici infuſio, cum in hoc compoſito radio albo X Y collocata ſit, (uti ipſe itidem expertus ſum,) cęrulea videtur reflexo lumine, & flava vel rubra tranſmiſſo; eodem modo ac quum clara diurna luce & in ſole inſpiciatur : verum ſi intercipias lumen cęruleum ad lentem; utique infuſio illa amittet cęruleum ſuum colorem reflexum; dum tranſmiſſus color ruber permanebit nihilo minus perfectus; immo, propter ſublatos radios aliquos cęruleos quibus antea dilutus ſuerat, etiam ſaturior is ac largior erit factus. E contrario autem, ſi radii rubri atque aurei intercipiantur ad lentem; jam amittet infuſio colorem ſuum rubrum tranſmiſſum; dum color cęruleus reflexus permanebit uſque, atque etiam largior & perfectior erit factus. Ex quo apparet infuſionem illam, non utique ipſam inficere radios coloribus cęruleo & flavo; ſed tantum tranſmittere copioſius eos, qui erant ante rubri; & reflectere copioſius eos, qui erant ante cęrulei. Atque eodem quidem modo examinari atque probari poterunt aliorum quorumvis phęnomenorum rationes; ſi capiantur experimenta in hoc arte compoſito luminis radio X Y.

OPTI-

OPTICES
LIBER SECUNDUS.
PARS PRIMA.

Obſervationes circa reflexiones, refractiones & colores corporum tenuium pellucidorum.

OBſervatum fuit antehac ab aliis, corpora pellucida, ut vitrum, aquam, aerem & ſimilia, quum inflando tenſa ſint in pertenues bullulas, vel alio quovis modo in lamellas ſummæ tenuitatis ducta; varios utique colores, pro varia ſua tenuitate, exhibere; quamvis eadem, quum ſint craſſiora, plane pellucida videantur & coloris expertia. In priori libro ſermonem de hujuſmodi coloribus conſulto abſtinui; quoniam & ipſi difficilioris videbantur explicatus; neque intellectu neceſſaria erat ipſorum ratio, ad proprietatum luminis eo in libro expoſitarum explicationem comprobandam. Verum cum hi ad nova porro inventa, quibus lucis theoria perfici atque abſolvi poſſit, multum queant conſerre; maxime quoad conſtitutionem ac diſpoſitionem partium, ex quibus corporum naturalium colores vel pelluciditas pendeant; viſum eſt mihi hoc in loco, quæ de hujuſmodi coloribus obſervaverim, paucis exponere. Ut autem brevius atque diſtinctius abſolvam; primo obſervationum ipſarum præcipuas deſcribam; deinde, quid ex eis colligi videatur, & quis in eis uſus eſſe poſſit, exponam. Obſervationes autem meæ hujuſmodi fuerunt.

OBSERVATIO I.

Cum bina priſmata paulo arctius ad ſe comprimerem invicem, ut latera ipſorum (quæ erant forte aliquantulum convexa) ſe aliqua ſui parte inter ſe contingerent; obſervabam locum, ubi illa contingerent inter ſe, plane & perfecte pellucidum illico eſſe factum; perinde ac ſi vitrum ibi fuiſſet unum & continuum. Etenim quum lumen in aerem iſtum, qui in reliquis omnibus facierum commiſſarum partibus inter bina priſmata interjaceret, adeo oblique incideret, ut id omne reflecteretur; in illa parte, ubi facies eæ ſe contingebant inter ſe, videbatur id omne tranſmitti: adeo ut locus ille contactus, cum inſpiceretur, videretur tanquam macula nigra vel tenebroſa; propterea quod ex illo, non uti ex aliis locis, plurimum luminis, ſed parum aut nihil, quod quidem ſenſu percipi poſſet, reflecteretur: cum autem is tranſpiceretur, tum videretur tanquam foramen in aere illo, qui vitrorum compreſſu in tenuem quandam inter binas priſmatum facies conſormatus eſſet lamellam: per quod quidem foramen diſtincte perſpici poterant corpora ultra collocata: quæ per alias vitrorum partes, ubi aerea lamella interjecta eſſet, cerni omnino non poterant. Porro, quamvis priſmatum facies eſſent aliquantum convexæ, tamen macula illa pellucens ſatis erat lata; quæ utique latitudo oriri præcipue videbatur ex eo, quod vitrorum partes mutuo compreſſu cederent nonnihil introrſum. Etenim comprimendo priſmata arctius inter ſe, macula illa multo, quam ante latior erat facta.

OBSER-

OBSERVATIO II.

Quum lamina illa aerea, convertendo priſmata circa axem ſuum communem, adeo parum tandem ad incidentes radios inclinata eſſet facta, ut nonnulli eorum tranſmitti cœperint; oriebantur in ea multi tenues arcus colorati, qui initio formam conchoidis fere exprimebant, quomodo eos in primo ſchemate depictos videre eſt. *Tab. I.* Continuando autem priſmatum motum, arcus iſti augebantur perpetuo & incurvabant ſeſe magis magiſque circa antedictam maculam pellucentem, donec tandem in circulos integros ſive annulos maculæ iſti circumjectos flexi, contraherent ſeſe deinceps gradatim in parvitatem.

Arcus iſti, cum apparerent primum, colore erant violaceo & cęruleo; interque eos interjecti erant arcus circulorum albi, qui, continuando priſmatum motum, ſtatim tingebantur nonnihil ab interioribus ſuis marginibus colore rubro & flavo, exterioribus autem marginibus confinem habebant cęruleum. Adeo ut colores ab uſque macula in centro tenebroſa, hoc ordine tum eſſent diſpoſiti: albus, cęruleus, violaceus; niger; ruber, aureus, flavus, albus, cęruleus, violaceus; &c. Verum flavus & ruber multo erant languidiores, quam cęruleus & violaceus.

Continuato adhuc priſmatum motu circa axem ſuum communem, colores iſti coarctabant ſe magis magiſque, & contrahebant ſeſe utroque in albitudinem circumjectam, donec tandem in eam penitus evaneſcerent. Tumque circuli in iſtis locis albi nigrique videbantur, ſine ullis aliis coloribus intermixtis. Verum continuando adhuc amplius priſmatum motum, colores iterum ſe ex albitudine explicabant; violaceus videlicet ac cęruleus ab interiori ipſius margine, ab exteriori autem ruber ac flavus. Adeo ut colores ab uſque macula centrali, hoc ordine jam eſſent diſpoſiti: albus, flavus, ruber; niger; violaceus, cæruleus, albus, flavus, ruber; &c. Contra quam prius erant viſi.

OBSERVATIO III.

Cum annuli, vel aliquæ ipſorum partes, albi ſolummodo & nigri apparerent; videbantur valde diſtincti, & diſtinctis terminis definiti; eorumque nigror non minus intenſus videbatur, quam ipſius maculæ centralis. Item in marginibus annulorum, ubi colores ex albitudine emergere cœperunt, ſatis erant diſtincti, eoque ad ingentem uſque multitudinem ſub aſpectum veniebant. Numeravi nonnunquam amplius triginta ſeries ſive ordines, (computando in ſingulas ſeries annulum album & nigrum;) atque etiam plures vidi, quos, quæ erat ipſorum parvitas, numerare non potuerim. Verum in aliis priſmatum poſitionibus, ubi videlicet annuli variis coloribus tincti viderentur; haud amplius octo aut novem diſcernere potui; atque etiam illorum ipſorum exteriores valde confuſi videbantur atque diluti.

In hiſce duabus obſervationibus, quo annuli diſtincti viderentur, colorumque omnium, pręterquam albi & nigri, expertes; eos interjecto aliquo intervallo inſpici oportere adverti. Etenim ſi oculum propius admovebam; tametſi inclinationem ejus ad planitiem annulorum nihil omnino immutaveram; emergebat tamen continuo ex albitudine color ſubcæruleus, qui ſeſe in annulorum nigros magis magiſque explicans, effecit ut & circuli ipſi minus diſtincti evaderent, & albitudo etiam coloribus rubro & flavo nonnihil tincta eſſet. Præterea comperiebam, inſpiciendo per rimulam ſive fiſſuram oblongam, quæ & oculi pupilla anguſtior eſſet, & proxime oculum priſmatibus parallela teneretur; poſſe me circulos eo pacto cernere multo diſtinctiores, multoque etiam majori, quam alioqui, numero, ſub aſpectum venientes.

OB-

Digitized by Google

OBSERVATIO IV.

Ut adhuc accuratius obſervarem, quo ordine hi colores ex albis circulis orirentur, pro eo ut radii minus minuſque ad lamellam aeream inclinati eſſent facti; cepi duo vitra objectiva; alterum plano-convexum, ad teleſcopium quatuordecim pedum; alterum autem vitrum amplum & utrinque convexum, ad teleſcopium circiter pedum quinquaginta. Cumque huic vitro utrinque convexo, planam faciem alterius ſuperpoſuiſſem; appreſſi ea invicem lenta manu, ut colores in circulorum centro ex ordine emergerent; & deinde vitrum ſuperius lente de inferiori ſuſtuli, ut colores eodem in loco itidem ordine evaneſcerent. Color, qui, comprimendo vitra, noviſſimus in medio colorum emergeret, videbatur ſemper, cum primum appareret, tanquam orbis uno fere & conſimili colore ab uſque circumferentia ſua ad centrum; compreſſis autem arctius vitris, diffundebat is ſeſe & extendebat perpetuo in latitudinem quoquoverſus, donec novus aliquis color in centro ejus emergeret, adeoque is in annulum abiret novo iſti colori circumjectum. Porro, arctius adhuc compreſſis inter ſe vitris, annuli iſtius diameter augebatur, orbitæ autem ſive circuitus ſui latitudo minuebatur, donec novus iterum color in centro antecedentis emergeret: & ſic deinceps; donec tertius, quartus, quintus, plureſque novi colores ibi ex ordine ſimiliter emergerent, & in annulos abirent colori intimo circumjectos; quorum utique ultimus eſſet macula ipſa nigra. E contrario, vitrum ſuperius lente de inferiori ſublevando, diametri annulorum contrahebantur, orbitarum autem ſuarum latitudo augebatur, donec ſingulorum colores ad uſque centrum ſua quiſque vice pertingerent; quo quidem tempore, quoniam coloris ad centrum exeuntis ſemper ſatis magna erat latitudo, facilius, quam antea, colorum ſingulorum ſpeciem diſcernere & diſtincte internoſcere potui. Atque hoc pacto, eorum invicem ſuccedendi ordinem atque quantitatem, illam, quæ jam infra exponetur, eſſe obſervavi.

Maculæ in centro pellucidæ, ex vitrorum contactu ortæ, ſucceſſit proxime color cæruleus, deinceps albus, flavus, & ruber. Coloris cærulei adeo puſillum erat quod aſpectu perciperetur, ut eum in circulis, quos priſmata exhibuerunt, diſcernere omnino non potuerim; neque vero in eo violacei quicquam diſtincte cernere potui: at flavus & ruber ſatis erant copioſi; & tantundem ſpatii occupare videbantur, quantum albus; quadruplo autem vel quintuplo tantum, quam quantum cæruleus. Proxima colorum ſeries prioribus illis circumjecta, erant violaceus, cæruleus, viridis, flavus & ruber: atque hi quidem omnes, largi erant & clari; ſi viridem excipias, qui & perexiguus erat, & multo etiam languidior dilutiorque quam cæteri videbatur: colorum quatuor reliquorum, violaceus ſpatium minimum occupabat; cæruleus autem minus, quam flavus vel ruber. Tertia colorum ſeries, erant purpureus, cæruleus, viridis, flavus, & ruber: in qua purpureus rubicundior videbatur, quam violaceus in priori ſerie: viridis autem multo magis, quam in priori, conſpicuus erat; utpote reliquos omnes colores, excepto uno flavo, claritate atque copia æquiparans: at ruber evanuerat nonnihil, & paulo elutior erat factus; ad purpureum utique permultum deſcendens. Quarta colorum ſeries, erant viridis & ruber: viridis copioſus erat admodum atque floridus, accedens ad cæruleum ex altera parte, ex altera ad flavum: verum in hac quarta ſerie nullus erat violaceus, cęruleus, neque flavus; atque etiam ruber vale imperfectus erat, ac nubilus. Qui porro hiſce ſuccedebant colores, adhuc magis magiſque evanidi dilutique videbantur; donec poſt tres vel quatuor deinceps ſeries, tandem in ipſam plane albitudinem abirent. Qua forma ac ſpecie hæ ſeries tum apparerent, cum vitra arctiſſime invicem appreſſa eſſent, quo macula nigra ſe in centro videndam exhiberet; delineatum eſt in ſecundo ſchemate *Tab. I.* ubi *a*, *b*, *c*, *d*, *e*: *f*, *g*, *h*, *i*, *k*: *l*, *m*, *n*, *o*, *p*: *q*, *r*: *ſ*, *t*: *v*, *x*: *y*, *z*; repręſentant colores ex ordine a centro numeratos; nigrum, cęruleum, album, flavum, rubrum: violaceum, cæruleum,

Digitized by Google

viridem, flavum, rubrum: purpureum, cæruleum, viridem, flavum, rubrum: viridem, rubrum: cæruleum ſubviridem, rubrum: cæruleum ſubviridem, rubrum palleſcentem: cæruleum ſubviridem, album rubeſcentem.

OBSERVATIO V.

Ut intervallum vitrorum, ſive craſſitudo interjectæ lamellæ aereæ, qua quiſque color produceretur, quænam eſſet definirem; dimenſus ſum diametros ſex priorum annulorum, qua parte orbitæ ipſorum lucidiſſimæ eſſent: iſtarumque diametrorum quadrata inveni in arithmetica eſſe progreſſione numerorum imparium, 1, 3, 5, 7, 9, 11. Quare, cum vitrorum illorum alterum planum eſſet, alterum ſphæricum; utique intervalla ipſorum, qua parte annuli iſti apparebant, in eadem fuerint progreſſione neceſſe eſt. Dimenſus ſum quoque diametros annulorum nigrorum ſive obſcurorum, coloribus illis lucidioribus interjectorum; earumque quadrata inveni in arithmetica eſſe progreſſione numerorum parium 2, 4, 6, 8, 10, 12. Quoniam autem res admodum difficilis eſt, multæque diligentiæ, hujuſmodi menſuras accurate & ſine errore colligere; cepi eaſdem iterum & ſæpius, & in diverſis partibus vitrorum; ut ex ſingularum reſponſu inter ſe, certum ſcirem omnium veritatem. Atque eadem methodo in aliis quibuſdam ex ſequentibus obſervationibus definiendis uſus ſum.

OBSERVATIO VI.

Diameter ſexti annuli, qua parte orbita ejus lucidiſſima fuit, erat $\frac{58}{100}$ partes unciæ; diameter autem ſphæræ, ad quam vitrum objectivum utrinque convexum tornatum fuerat, erat circiter 102 pedum: atque hinc quidem aeris ſive aereæ lamellæ vitris in eo annulo interjectæ craſſitudinem collegi. Verum poſtea aliquanto, ſuſpicatus, ne forte ſphæræ diametri menſuram haud ſatis accurate in hac obſervatione collegerim; nec ſatis certo ſciens, utrum vitrum plano-convexum vere planum eſſet, an e contrario concavum nonnihil aut convexum ea ſui facie quam ego planam exiſtimaveram; atque etiam metuens ne forte vitra compreſſerim, uti alias ſæpe quidem feceram, quo ea ſe inter ſe contingerent; (etenim iſtiuſmodi vitrorum partes mutuo compreſſu facile pandantur atque introrſum cedunt; eoque pacto annuli manifeſto evadunt latiores, quam ſi vitrorum figura non fuiſſet immutata:) Hæc inquam veritus, experimentum denuo iteravi; invenique diametrum ſexti annuli lucidi, eſſe circiter $\frac{55}{100}$ partes unciæ. Porro autem idem adhuc experimentum, in alio quoque vitro objectivo teleſcopii, quod tum forte apud me haberem, iteravi. Erat id vitrum utrinque itidem convexum, ad unam eandemque ſphæram utraque ſui facie tornatum; ejuſque focus erat intervallo unciarum $83\frac{2}{5}$: unde, poſitis ſinibus incidentiæ & refractionis luminis flavi clariſſimi, ea inter ſe proportione, quæ eſt 11 ad 17; diameter ſphæræ, ad quam vitrum tornatum erat, invenietur, poſito calculo, unciarum 182. Id vitrum plano ita ſuperpoſui, ut macula nigra in medio annulorum coloratorum appareret, tametſi vitra nulla alia preſſura, quam ſuo ipſius vitri ſuperimpoſiti pondere, compreſſa eſſent. Jamque diametrum quinti obſcuri annuli qua potui ſumma cum accuratione dimenſus, inveni eam eſſe $\frac{1}{5}$ unciæ accuratiſſime. Annulum iſtum dimenſus ſum circino, in ſuperiori facie vitri ſuperioris; diſtabatque a vitro illo ſuperiori oculus meus, intervallo circiter octo aut novem unciarum, ad perpendiculum fere interjecto; eratque id vitrum $\frac{1}{6}$ unciæ craſſum: unde facile colligitur, veram annuli inter vitra interjacentis diametrum, majorem fuiſſe quam diametrum ejuſdem in ſuperiori facie vitri ſu-

perio-

perioris dimenſam, ea, aut fere ea, proportione quæ eſt 80 ad 79; & conſequenter veram illam diametrum fuiſſe $\frac{16}{79}$ unciæ, veramque ſemidiametrum $\frac{8}{79}$ unciæ. Jam autem ut diameter ſphæræ, (182 unciæ) ad ſemidiametrum quinti illius annuli obſcuri, ($\frac{8}{79}$ partes unciæ;) ita hæc ſemidiameter, ad craſſitudinem aereæ lamellæ vitris in quinto illo annulo obſcuro interjectæ : quæ proinde craſſitudo, fit $\frac{32}{567931}$ ſive $\frac{100}{1774784}$ partes unciæ; & quinta ejus pars, videlicet $\frac{1}{88739}$ pars unciæ, eſt craſſitudo aeris in primo horum annulorum obſcurorum.

Adhæc, idem experimentum rurſus iteravi, in alio vitro objectivo utrinque convexo, & utraque ſui facie ad unam eandemque ſphæram tornato. Focus ejus, erat intervallo unciarum $168\frac{1}{2}$; ac proinde diameter ſphæræ, 184 unciæ. Cum id vitrum, eidem, quo ante uſus eram, vitro plano ſuperpoſitum eſſet; diameter quinti annuli obſcuri, quando macula nigra in centro ſine ulla vitrorum compreſſione manifeſto appareret, erat, circino ſuper vitro ſuperiori dimenſa, $\frac{121}{600}$ partes unciæ; & conſequenter eadem, inter vitra, erat $\frac{1222}{6000}$: Etenim vitrum ſuperius, erat $\frac{1}{8}$ unciæ craſſum; & oculus meus diſtabat ab eo, intervallo octo unciarum. Jam autem ut diameter ſphæræ, ad dimidium hujus diametri annuli; ita dimidium hujus diametri annuli ad $\frac{5}{88850}$ partes unciæ. Ea igitur eſt craſſitudo aeris in hoc annulo; & quinta ejus pars, videlicet $\frac{1}{88850}$ pars unciæ, eſt (ut ſupra) craſſitudo aeris in primo annulorum obſcurorum.

Rem eandem expertus ſum, ſuperponendo eadem vitra objectiva planis fragmentis ſpeculorum; invenique eaſdem menſuras annulorum. Quocirca menſuras iſtas tanquam vere collectas ac certas aſſumam, donec in vitris ad ſphæras ampliores tornatis accuratius definiri queant. Quanquam in iſtiuſmodi quidem vitris, majori id erit cura atque diligentia agendum, ut vitrum vere atque accurate planum eis ſummittatur.

Has menſuras egi, cum oculus meus ſupra vitra ad perpendiculum fere collocatus eſſet; diſtaret autem a radiis incidentibus circiter unciam 1 aut $1\frac{1}{4}$, & a vitro uncias octo; adeo ut radii ad vitrum inclinati eſſent, in angulo circiter 4 graduum. Unde ex ſequenti obſervatione intelliges; ſi radii in vitra ad perpendiculum incidiſſent; utique aerem in iſtis annulis minus fuiſſe craſſum futurum, ea proportione, quæ eſt ſemidiametri ad ſecantem 4 graduum, hoc eſt, in proportione 10000 ad 10024. Diminuantur igitur in hac proportione craſſitudines antedictæ; & fient $\frac{1}{88952}$ ac $\frac{1}{89063}$ ſive (ut proximo numero rotundo utar) $\frac{1}{89000}$ pars unciæ. Hæc eſt craſſitudo aeris in primo annulo obſcuro radiis ad perpendiculum incidentibus exhibito, qua parte is annulus obſcuriſſimus eſt; & dimidium hujus craſſitudinis, ductum in numeros progreſſione arithmetica continuos 1, 3, 5, 7, 9, 11, *&c.* dat craſſitudines aeris in omnibus annulis lucidis, qua parte illi lucidiſſimi ſunt; videlicet $\frac{1}{178000}$, $\frac{3}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$, &c. quorum quidem numerorum medii arithmetici, $\frac{2}{178000}$, $\frac{4}{178000}$, $\frac{6}{178000}$, &c. ſunt craſſitudines ipſius in omnibus annulis obſcuris, qua parte ii obſcuriſſimi ſunt.

OBSERVATIO VII.

Annuli tum minimi videbantur, cum oculus meus in axe annulorum ad perpendiculum ſupra vitra collocatus eſſet. Cum autem eos obliquius intuerer, majores erant facti; & dilatabant ſe perpetuo quaquaverſum, pro eo ut oculum meum longius ab axe removerem. Atque diametrum quidem unius ejuſdemque circuli; partim dimetiendo eam in diverſis oculi obliquitatibus, partim aliis quibuſdam rationibus, partim etiam adhibendo bina iterum priſmata ad menſuras in maximis obliquitatibus colligendas; diametrum, inquam, unius cujuſvis circuli, & conſequenter craſſitudinem aeris in circuitu ipſius, inveni, in diverſis illis obliquitatibus, proportiones ſibi habere in ſequenti tabula expreſſas, quam proxime.

Angulus incidentiæ in aerem.		*Angulus refractionis in aerem.*		*Diameter annuli.*	*Craſſitudo aeris.*
Grad.	Min.				
00	00	00	00	10	10
06	26	10	00	$10\frac{1}{13}$	$10\frac{2}{13}$
12	45	20	00	$10\frac{1}{3}$	$10\frac{2}{3}$
18	49	30	00	$10\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$
24	30	40	00	$11\frac{2}{5}$	13
29	37	50	00	$12\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$
33	58	60	00	14	20
35	47	65	00	$15\frac{1}{4}$	$23\frac{1}{4}$
37	19	70	00	$16\frac{4}{5}$	$28\frac{1}{4}$
38	33	75	00	$19\frac{1}{4}$	37
39	27	80	00	$22\frac{6}{7}$	$52\frac{1}{4}$
40	00	85	00	29	$84\frac{1}{10}$
40	11	90	00	35	$122\frac{1}{2}$

In duabus prioribus columnis exhibentur incidentium & emergentium radiorum obliquitates ad lamellam aeream, hoc eſt, anguli ipſorum incidentiæ & refractionis. In tertia columna, diameter annuli cujuſvis colorati, in iſtis omnibus obliquitatibus, exprimitur talibus partibus, quarum decem tum conſtituunt ejuſdem annuli diametrum, cum radii ad perpendiculum incidunt. Denique in quarta columna, craſſitudo aeris in circuitu ejuſdem annuli, exprimitur talibus partibus, quarum itidem decem tum conſtituunt craſſitudinem illius in ejuſdem circuitu, cum radii ad perpendiculum incidunt.

Atque ex hiſce quidem menſuris, videor mihi colligere hanc regulam: nempe, craſſitudinem aeris proportionalem eſſe ſecanti anguli, cujus ſinus ſit certa media proportionalis inter ſinus incidentiæ & refractionis. Ea autem media proportionalis, quatenus quidem eam ex his menſuris definire potuerim, eſt prima ex 106 arithmeticis mediis proportionalibus inter iſtos ſinus; incipiendo nimirum a ſinuum majori, hoc

hoc eſt, a ſinu refractionis, cum refractio fiat e vitro in lamellam aeream; a ſinu incidentiæ autem, cum refractio fiat e lamella aerea in vitrum.

OBSERVATIO VIII.

Macula nigra quoque in medio annulorum, augebatur obliquatione oculi; quanquam vix adeo, ut id ſenſu percipi poſſet. Verum ſi loco vitrorum objectivorum, adhiberentur priſmata; dilatabatur ea manifeſtius, cum adeo oblique inſpiceretur, ut nulli colores ei viderentur circumjecti. Minima tum erat, cum radii luminis in interjacentem aerem obliquiſſime inciderent; pro eo autem ut horum obliquitas minueretur, ita illa magis magiſque augebatur, uſque dum annuli colorati apparerent; tumque iterum minuebatur; verum non tantum, quantum ſe ante dilataverat. Atque hinc manifeſtum eſt, maculam illam pellucere, non modo qua parte vitra ſe inter ſe contingerent plane, verum etiam qua exiguo quodam intervallo diſtarent inter ſe. Nonnunquam maculam illam ita comparatam obſervavi, ut, cum fere ad perpendiculum inſpiceretur, ejus diameter major eſſet duabus quintis partibus & minor ſemiſſe diametri exterioris circuitus coloris rubri in prima ſerie ſive ordine colorum; cum autem oblique inſpiceretur, evanuerit penitus, & opaca atque alba ac reliquo vitro ſimilis facta fuerit. Unde colligi poteſt, vitra tum vix, aut ne vix quidem, ſe inter ſe contigiſſe; & intervallum ipſorum in circuitu maculæ illius ad perpendiculum inſpectæ, fuiſſe circiter quintam aut ſextam partem intervalli eorundem in circuitu coloris rubri antedicti.

OBSERVATIO IX.

Cum tranſpicerem bina contigua vitra objectiva, obſervabam interjacentem aerem exhibere annulos coloratos, lumine tranſmiſſo, æque ac reflexo. Macula in centro jam alba erat; & colores ordine inde numerati, erant ruber flaveſcens, niger, violaceus, cæruleus, albus, flavus, ruber, violaceus, cæruleus, viridis, flavus, ruber, &c. Verum colores iſti valde languidi erant ac diluti, niſi cum lumen valde oblique per vitra trajiceretur; etenim eo pacto, ſatis clari ac floridi videbantur: attamen primus ille ruber flaveſcens, etiam adhuc, ſicuti cæruleus in quarta obſervatione, adeo exiguus erat atque evanidus, ut vix diſcerni potuerit. Quum annulos hoſce coloratos, luminis tranſmiſſu exhibitos, cum illis reflexione exhibitis compararem; obſervabam album ex oppoſito reſpondere nigro, rubrum cæruleo, flavum violaceo, & viridem colori compoſito ex rubro & violaceo: hoc eſt, partes vitri eas, quæ inſpicienti albæ viderentur, tranſpicienti videri nigras; & contra. Similiter, quæ partes inſpicienti cæruleæ viderentur, eas tranſpicienti videri rubras; & contra: & ſimiliter reliquos omnes colores. Hoc qui fiat, expreſſum habes in tertio ſchemate (*Tab. I.*); ubi A B, C D, ſunt ſuperficies vitrorum contiguorum in E; lineæ autem nigræ interductæ, ſunt ſuperficierum iſtarum intervalla in progreſſione arithmetica: & colores ſupra adſcripti ii ſunt, qui lumine reflexo videntur: colores autem infra adſcripti ii, qui lumine tranſmiſſo.

OBSERVATIO X.

Cum vitra objectiva ab extremis ſuis marginibus madeſciſſem nonnihil, aqua lente inter ea porro ſubrepſit; eoque pacto circuli minores ſunt facti, coloreſque languidiores: adeo ut, dum aqua ultro adrepebat, circuli dimidii, quo illa primum pervenit, abrupti ab alteris ſuis dimidiis viderentur, & in parvitatem contracti. Circulos hoſce minores in aqua exhibitos dimenſus, inveni diametros ipſorum ad diametros ſimilium circulorum in lamella aerea exhibitorum, eam fere habere proportionem, quam habent ſeptem ad octo; & conſequenter intervalla vitrorum in conſimilibus circulis aqua & aere exhibitis, eſſe inter ſe circiter ut 3 ad 4. Utique

fieri

Digitized by Google

fieri poteſt, ut univerſalis ſit regula iſta : Siquod medium magis minuſve denſum quam aqua, inter duo vitra comprimatur ; fore ut intervalla vitrorum in annulis iſto medio interjacente exhibitis, ſint ad intervalla eorundem in conſimilibus annulis interjacente aere exhibitis, ut ſunt inter ſe ſinus qui metiuntur refractionem quæ fiat ex iſto medio in aerem.

OBSERVATIO XI.

Cum aquæ lamella inter vitra interjaceret ; ſi vitrum ſuperius varie in margine ſuo apprimerem, quo annuli ultro citroque celeriter deferrentur ; ſequebatur continuo centrum ipſorum exigua quædam macula alba, quæ, prout aqua circumjecta in locum illum adrepebat, illico evaneſcebat. Specie videbatur tali, atque etiam coloribus talibus, quales aer ibidem inter vitra interjectus, exhibiturus fuiſſet. Atqui ea non erat aer: etenim bullulæ aereæ, ſiquæ forte in aqua ineſſent, non continuo, adrepente aqua, evaneſcebant. Proinde reflexio illa, ex ſubtiliori aliquo medio, quod trans vitrum recedendo aquæ adrepenti locum cedere potuerit, orta ſit neceſſe eſt.

OBSERVATIO XII.

Hæ mihi obſervationes factæ ſunt in aperta luce. Verum, quo adhuc penitius hanc materiam ſpecularer, perſcrutando deinceps quinam eſſent futuri effectus luminis colorati in hæcce vitra objectiva incidentis ; cubiculo tenebras induxi. Et inſpexi eadem vitra illuminata jam reflexu colorum priſmaticorum chartæ albæ plagula exceptorum ; oculo nimirum ita collocato, ut chartam coloratam in vitris illis, tanquam in ſpeculo, poſſem reflexione conſpicari. Eventus autem experimenti is erat ut annuli jam multo diſtinctiores facti eſſent ; & longe etiam majori numero ſub aſpectum venirent, quam in aperta luce. Vidi aliquando hoc pacto amplius viginti ; cum in aperta luce diurna, haud amplius octo aut novem diſcernere potuerim.

OBSERVATIO XIII.

Cum quendam mihi tum forte adſiſtentem, priſma hac illac circa axem ſuum convertere juſſiſſem; quo colores omnes ſua quiſque vice in eam partem chartæ inciderent, quam ego in ea parte vitrorum, ubi circuli apparebant, reflexione conſpicarer ; ut adeo colores omnes ſua quiſque vice ex circulis iſtis reflecterentur ad oculum meum immotum interea permanentem : obſervavi circulos quos exhibebat lumen rubrum, manifeſto majores eſſe quam quos exhiberet lumen cæruleum ac violaceum : magnaque voluptate perfuſus, videbam eos dilatare aut contrahere ſe gradatim, pro eo ac color luminis immutabatur. Vitrorum intervallum in quovis annulorum luce rubra extrema exhibitorum, ad intervallum ipſorum in eodem annulo luce violacea extrema exhibito, proportionem habebat majorem, quam habent 3 ad 2 ; & minorem, quam habent 13 ad 8 ; ſecundum pleraſque autem obſervationum mearum, eam, quam habent 14 ad 9. Atque hæc quidem proportio una eademque ferme, in omnibus oculi obliquitatibus, videbatur ; niſi quum, loco vitrorum objectivorum, bina iterum priſmata adhiberem. Tum enim, in magna quadam oculi obliquitate, annuli diverſis coloribus exhibiti æquales videbantur inter ſe ; &, in obliquitate adhuc majori, annuli violaceo lumine exhibiti majores videbantur, quam iidem lumine rubro exhibiti : refractione priſmatis videlicet, hoc in caſu, efficiente ut radii maxime refrangibiles inciderent obliquius in lamellam aeream, quam radii minime refrangibiles. Hic erat exitus hujus experimenti in lumine colorato, quod quidem ſatis forte & copioſum eſſet quo annuli ſub aſpectum venirent. Atque hinc porro inferri poteſt ; ſi radii maxime minimeque refrangibiles

ſatis copioſi ipſi fuiſſent, quo annuli ſine ulla aliorum radiorum admixtione ſub aſpectum venire potuiſſent; proportionem, quæ jam erat 14 ad *9*, paulo majorem futuram fuiſſe, puta $14\frac{1}{4}$ vel $14\frac{1}{3}$ ad *9*.

OBSERVATIO XIV.

Dum priſma motu æquabili circa axem ſuum convertebatur, quo colores omnes ſua quiſque vice inciderent in vitra objectiva, eoque pacto efficerent ut annuli ſeſe contraherent atque dilatarent; contractio vel dilatatio cujuſque annuli, quæ conſequebatur hoc modo coloris ſui variationem, celerrima erat in colore rubro, in violaceo lentiſſima, & in intermediis coloribus celeritate intermedia comparate. Porro, cum id perſcrutarer, quanta eſſet contractio illa ac dilatatio in omnibus gradibus uniuſcujuſque coloris; inveni maximam eam eſſe in colore rubro, in flavo minorem, in cæruleo adhuc minorem, & in violaceo omnium minimam. Utque harum contractionum ac dilatationum proportiones quam poſſem accuratiſſime æſtimarem; obſervabam totam contractionem aut dilatationem diametri cujuſvis annuli in univerſis gradibus coloris rubri, eſſe ad totam contractionem aut dilatationem diametri ejuſdem annuli in univerſis gradibus coloris violacei, circiter ut 4 ad 3, aut 5 ad 4; & quum lumen eſſet coloris medii inter flavum & viridem, tum diametrum annuli eſſe quamproxime mediam arithmeticam inter maximam diametrum ejuſdem annuli in colore rubro extremo, & minimam diametrum ejuſdem in extremo colore violaceo; contra, quam evenit in coloribus oblongæ imaginis refractione priſmatis exhibitæ; ubi color ruber maxime contractus eſt, violaceus maxime expanſus, & in medio colorum omnium eſt confinium viridis ac cærulei. Atque hinc id porro videor mihi colligere: craſſitudines aeris inter vitra objectiva interjacentis eo in loco, ubi annulum exhibent ſua quiſque vice limites colorum quinque præcipuorum, rubri, flavi, viridis, cærulei & violacei, (hoc eſt, limes extremus coloris rubri, confinium rubri & flavi in medio coloris aurei, confinium flavi & viridis, confinium viridis & cærulei, confinium cærulei & violacei in medio coloris indici, & limes extremus coloris violacei;) eas, inquam, aeris craſſitudines, eſſe inter ſe quamproxime ut ſex chordæ longitudines, quæ ſonent notas illas muſicas in ſexta majori, *ſol*, *la*, *mi*, *fa*, *ſol*, *la*. Verum cum experimento conveniet aliquanto melius, ſi dicemus, craſſitudines aeris inter vitra interjacentis eo in loco, ubi annulos exhibent ſua quiſque vice limites colorum ſeptem, rubri, aurei, flavi, viridis, cærulei, indici & violacei, eas, inquam, aeris craſſitudines, eſſe inter ſe ut radices cubicæ quadratorum octo longitudinum chordæ, quæ ſonent notas illas muſicas in octava, *ſol*, *la*, *fa*, *ſol*, *la*, *mi*, *fa*, *ſol*; hoc eſt, ut radices cubicæ quadratorum, numerorum 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$.

OBSERVATIO XV.

Hi annuli non fuerunt variis coloribus, ſicuti illi qui in aperta luce apparuerant; ſed toti videbantur eo uno colore qui eſſet in ſe a priſmate projectus. Præterea, projiciendo colores priſmate exhibitos in ipſa vitra objectiva directo, comperi id lumen, quod incideret in nigra annulorum coloratorum interordinia, tranſmitti utique per vitra ſine ulla coloris ſui mutatione. Etenim ſuper chartam albam ultra collocatam, depingebat id lumen annulos, eodem colore atque eos qui reflexi eſſent, magnitudine autem eadem atque intervalla reflexorum annulorum comparate. Atque hinc manifeſto apparet, quæ ſit horum omnium annulorum cauſa atque origo: nempe, aerem inter vitra interjacentem, pro eo quanta ſit craſſitudine, ita eſſe comparatum, ut lumen unius cujuſvis coloris aliis in locis reflectat, in aliis tranſmittat, (quomodo rem in quarto ſchemate (*Tab. I.*) delineatam videre eſt;) itemque eodem in loco lumen uno colore reflectat, ubi id quod alio ſit colore tranſmittat.

OBSER-

OBSERVATIO XVI.

Quadrata diametrorum annulorum iſtorum uno quovis colore priſmatico exhibitorum, erant in progreſſione arithmetica; ſicuti in quinta obſervatione. Et diameter ſexti circuli, cum is colore flavo citrino exhiberetur, & fere ad perpendiculum inſpiceretur, erat circiter $\frac{58}{100}$ partes unciæ, aut paulo minor eo; congruenter ſextæ obſervationi.

Hactenus expoſui quæ obſervaverim in tenui lamella rarioris medii denſiore terminati; qualis eſt aer, vel aqua, inter bina vitra compreſſus. Supereſt ut deinceps exponam quæ obſervaverim in tenuibus lamellis denſioris medii rariore terminati; quales ſunt laminæ lapidis ſpecularis fiſſilis e Muſcovia advecti, bullulæ aquæ, & alia ſimilia corpora tenuia aere undique terminata.

OBSERVATIO XVII.

Si aqua ſapone ad lentorem nonnihil incraſſata in bullam tenſa ſit inflando; notum eſt in vulgus, eam poſt parvum temporis ſpatium magna colorum varietate apparituram. Quominus autem ejuſmodi bullæ, aere externo agitarentur; (qua quidem agitatione colores ipſarum confuſius inter ſe & inordinati huc illuc deferuntur, adeo ut nequaquam accurate obſervari queant;) bullam, ſimul ac ad juſtam magnitudinem tenſa eſſet inflando, ſolebam ſcypho vitreo pellucido deſuper impoſito circumtegere: quo pacto colores ipſius ordine admodum diſcreto emergebant; cingentes, tanquam totidem annuli concentrici, bullæ ſummitatem. Qui quidem annuli, pro eo ut aqua bullam perpetuo tenuabat ſubſidendo, dilatabant ſe paulatim, & diffundebant ſeſe per totam bullam; deſcendentes ſerie continua a ſummo uſque ad imum, ibique demum ordine evaneſcentes. Interea autem, poſtquam colores omnes in ſumma bulla emerſerant, naſcebatur in centro annulorum parva rotunda macula nigra, ſimilis atque illa in prima obſervatione; quæ porro dilatabat ſe perpetuo, uſque eo ut nonnunquam amplius $\frac{1}{2}$ vel $\frac{1}{4}$ unciæ in latitudinem haberet, antequam bulla diſrumperetur. Exiſtimaveram primo aſpectu, nullum omnino lumen ab aqua inde loci reflexum fuiſſe: verum poſtea attentius maculam illam inſpiciens, diſcernebam in ea plures minores maculas rotundas, quæ multo adhuc quam ipſa nigriores videbantur & tenebroſiores. Unde intellexi, eſſe utique aliquam reflexionem illis in locis, quæ minus, quam iſtæ maculæ exiguæ, tenebroſa eſſent: atque equidem, experimentum adhuc ulterius proſequendo, comperi imagines rerum aliquarum, ut candelæ aut Solis, non modo in majori macula nigra, verum etiam in illis ipſis minoribus ac tenebroſioribus maculis in majori illa incluſis inſpectas, reflexione, quamvis languida admodum, tamen cerni poſſe.

Præter antedictos annulos coloratos, apparebant etiam ſæpe parvæ aliquæ maculæ coloratæ, ſurſum deorſum, ultro citroque commeantes in lateribus bullæ; quæ ſcilicet orirentur ex inæquali quadam craſſitudine aquæ inter ſubſidendum. Nonnunquam & nigræ quoque maculæ in bullæ lateribus generatæ, aſcendebant paulatim; tandemque in majorem illam maculam nigram, quæ eſſet in bullæ vertice, coibant.

OBSERVATIO XVIII.

Quoniam colores harum bullarum largiores clarioreſque erant, adeoque diſcretu etiam faciliores, quam colores lamellæ aereæ inter bina vitra interjectæ; viſum eſt mihi hoc in loco diſtinctius exponere, quonam ordine hi colores apparuerint & comtemplandos ſe exhibuerint, quum reflexione cœli ſubalbidioris inſpicerentur, corpore aliquo nigro interea ultra bullam a parte poſteriori collocato. Erat autem is ordo hujuſmodi: Color ruber, cæruleus; ruber, cæruleus; ruber, cæruleus; ruber,

vi-

viridis; ruber, flavus, viridis, cæruleus, purpureus; ruber, flavus, viridis, cæruleus, violaceus; ruber, flavus, albus, cæruleus, niger.

Tres priores ſeries colorum rubri & cærulei, valde dilutæ erant ac nubilæ; prima præſertim, in qua ruber videbatur quodammodo ſubalbidus. Et in his quidem ſeriebus vix alius ullus erat color, qui ſenſu percipi poſſet, præter rubrum & cæruleum; niſi quod cæruleus, (præcipue in ſecunda ſerie,) accedebat nonnihil ad viridem.

In quarta quoque ſerie color ruber dilutus erat ac nubilus; ſed non tantum, quantum in tribus prioribus. Huic ſucceſſit flavi quidem parum aut nihil, ſed viridis ſatis copioſus; qui porro flaveſcebat paululum initio, poſtea autem factus eſt viridis ſaligneus clarus & bonus, & deinde convertebat ſe in colorem ſubcæruleum; ei autem ſucceſſit neque cæruleus, neque violaceus.

In quinta ſerie color ruber primum purpuraſcebat valde; poſtea autem factus eſt clarior & floridior, nec tamen admodum purus. Huic ſucceſſit flavus, clarus admodum ac ſaturatus; ſed perexiguus, & qui illico mutabatur in viridem: at viridis iſte copioſus erat; atque etiam purior aliquanto, ſaturatior, & floridior, quam viridis in priori ſerie. Eum conſecutus eſt color cyaneus clariſſimus atque optimus; deinde purpureus, qui & minor erat cyaneo, & ad rubrum multum acceſſit.

In ſexta ſerie color ruber, coccineus erat; primo clarus admodum ac floridus, poſtea autem etiam adhuc clarior; utique purus & excitatus valde, & colorum omnium rubrorum optimus. Huic ſucceſſit color aureus floridus; deinde flavus clarus, largus, ac ſatur; qui erat itidem colorum omnium flavorum optimus; iſque ſe convertebat primo in flavum ſubviridem, deinde in cæruleum ſubviridem: at viridis iſte, qui inter flavum & cæruleum intervenit, exiguus erat admodum ac dilutus; adeo ut albus viridicatus, potius quam color vere viridis, videretur. Cæruleus, qui proxime ſucceſſit, valde erat bonus; utique color cyaneus admodum clarus; aliquanto tamen infra cæruleum in præcedenti ſerie. Violaceus porro ſatur erat ac plenus, haud fere ullo admixto ſibi rubore: quantitate autem minor erat, quam cæruleus.

In ultima ſerie color ruber, coccineus erat in violaceum deſinens; brevi autem factus eſt color clarior, ad aureum accedens. Cui ſuccedens flavus, initio quidem ſatis bonus erat & floridus; poſtea autem dilutior evaſit, donec gradatim in ipſam tandem albitudinem deſineret. Atque hæc quidem albitudo, ſiquando aqua valde tenax eſſet facta & bene temperata, dilatabat paulatim & diffundebat ſe per maximam partem bullæ; palleſcens interim a vertice magis magiſque, donec tandem ibi permultas quaſi fiſſuras ageret; quæ porro fiſſuræ, prout amplius dilatabantur, colore cyaneo videbantur ſatis quidem bono, obſcuro tamen & fuſco; albitudine interea inter maculas cæruleas aſſiduo minuente: donec filis irregularis cujuſdam operis reticulati ſimilis eſſet facta, tandemque plane evaneſceret; tumque ſuperior bullæ pars omnis, obſcuriori illo colore cyaneo antedicto tincta videbatur. Atque hic deinceps color, ſimiliter ac antecedens albitudo, dilatabat ſe quoquoverſus deorſum, donec ſe per totam nonnunquam bullam diffuderit. Interea autem a vertice bullæ, qui colore cyaneo magis obſcuro erat quam partes ejuſdem inferiores, quique etiam multis rotundis maculis cyaneis adhuc magis obſcuris interſtinctus videbatur; emergebat una pluresve maculæ valde nigræ, atque intra eas aliæ adhuc nigriores, quas in ſuperiori ante obſervatione memoravi. Atque quidem dilatabant ſe perpetuo, uſque dum bulla diſrumperetur.

Si aqua non valde tenax eſſet, maculæ nigræ intra albitudinem prorumpebant, ſine ullo coloris cærulei interventu, qui quidem ſenſu percipi poſſet. Nonnunquam etiam prorumpebant intra præcedentem flavum, aut rubrum; vel etiam intra cæruleum ſecundi ordinis; antequam colores intermedii ſeſe explicandi ſpatium haberent.

Ex hac deſcriptione intelligere poteris, quam valde affines ſint hi colores coloribus illis in lamella aerea generatis, quos in quarta ſupra obſervatione deſcripſimus.

Quanquam hi quidem contrario, atque illi, ordine diſpoſiti ſunt; propterea quod apparere tum incipiunt quando bulla craſſior eſt, & convenientius numerantur ab infima & craſſiori parte bullæ ſurſum verſus.

OBSERVATIO XIX.

Cum annulos colorum a vertice bullæ emergentes, in variis obliquis oculi poſitionibus intuerer; obſervabam eos, prout obliquitas illa oculi augeretur, dilatare ſe ſatis quidem manifeſto; at multo tamen minus, quam dilataverant ſe annuli in lamella aerea in ſeptima ſupra obſervatione memorati. Etenim illi ſe dilataverant euſque, ut quando obliquiſſime inſpicerentur, pertigerint ad locum in lamella aerea amplius duodecim partibus craſſiorem quam eum, ubi cum ad perpendiculum inſpecti eſſent, ſiti fuiſſent viſi: at hi quidem, cum obliquiſſime in bulla inſpicerentur, eo ſolum loci pertigerunt, ubi craſſitudo aquæ ad craſſitudinem ſuam illic, ubi iidem annuli ad perpendiculum eſſent viſi, proportionem paulo minorem haberet, quam habent 8 ad 5. Utique ea proportio, ex optimis obſervationum mearum, erat inter 15 & 15 $\frac{1}{2}$ ad 10. Qui quidem horum annulorum auctus, circiter 24 partibus minor eſt, quam annulorum in lamella aerea viſorum.

Nonnunquam bulla unius & ejuſdem uſquequaque craſſitudinis erat facta, niſi a vertice ſuo prope maculam nigram: id quod ex eo intellexi, quod illa unam eandemque totam colorum ſuorum ſpeciem oculo in omni poſitione exhiberet. Atque hoc quidem in caſu colores, qui in extremo ipſius circuitu per radios maxime obliquos videbantur, alii erant ac qui aliis in locis per radios minus obliquos eſſent viſi. Item una eademque bullæ pars, diverſis ſpectatoribus colores diverſos exhibebat; cum in diverſis obliquitatibus inſpiceretur. Jam autem, obſervando quantum colores, vel in eiſdem partibus bullæ, vel in diverſis partibus eadem craſſitudine, mutarentur per varias radiorum obliquitates: comperi, ope obſervationum 4*tæ*, 14*tæ*, 16*tæ*, & 18*væ*, (quomodo eæ infra erunt explicatæ;) craſſitudinem aquæ, qua unus idemque color in diverſis obliquitatibus exhibeatur, ea quamproxime proportione eſſe, quam in ſequenti tabula expreſſam habes.

Incidentia

Incidentia in aquam.		*Refractio in aquam.*		*Craſſitudo aquæ.*
Grad.	Min.	Grad.	Min.	
00	00	00	00	10
15	00	11	11	$10\frac{1}{4}$
30	00	22	1	$10\frac{4}{5}$
45	00	32	2	$11\frac{4}{5}$
60	00	40	30	13
75	00	46	25	$14\frac{1}{2}$
90	00	48	35	$15\frac{1}{5}$

In duabus prioribus columnis exhibentur obliquitates radiorum ad ſuperficiem aquæ; hoc eſt, anguli ipſorum incidentiæ & refractionis. Ubi pono ſinus qui metiuntur iſtam incidentiam & refractionem, eſſe in numeris integris ut 3 ad 4; quanquam veri quidem ſimile eſt, vim refringentem aquæ poſſe admixto ſapone eſſe nonnihil immutatam. In tertia columna bullæ craſſitudo, qua quivis unus color in diverſis illis obliquitatibus exhibeatur, exprimitur talibus partibus, quarum decem tum conſtituant craſſitudinem iſti colori exhibendo aptam, cum radii incidant ad perpendiculum. Et cum hiſce menſuris bene convenit, ſiquidem recte applicetur regula per ſeptimam obſervationem inventa; nempe, craſſitudinem lamellæ aquæ, qua unus idemque color in diverſis oculi obliquitatibus exhibeatur, proportionalem eſſe ſecanti anguli cujuſdam, cujus ſinus ſit prima ex 106 arithmeticis mediis proportionalibus inter ſinus incidentiæ & refractionis; incipiendo a ſinuum minori, hoc eſt, a ſinu refractionis, quando refractio fit ex aere in aquam; alioquin, a ſinu incidentiæ.

Obſervavi aliquando, colores, qui oriuntur in chalybe polito, cum is calefiat; vel in ære campano, aliiſve, metallis, cum liquefiant & in terram effuſa ſint, ut in aperto aere refrigeſcant, mutatos fuiſſe nonnihil, ſicuti colores bullarum aquæ, quum in diverſis obliquitatibus inſpicerentur: & ſpeciatim cæruleum ſaturum, ſeu violaceum, cum valde ex obliquo inſpectus eſſet, convertiſſe ſe in colorem rubrum ſaturum. Verum enimvero horum colorum mutationes multo ſunt minores, quam colorum aqua exhibitorum. Etenim ſcoria, ſive pars metalli vitrificata, quam pleraque metalla calefacta vel liquefacta protrudunt perpetuo & in ſuperficiem ſuam emittunt; quæque metallum in modum tenuis cuticulæ vitreæ obtegendo, colores hoſce efficit; multo utique denſior eſt, quam aqua. Invenio autem colorum mutationem eam, quæ fiat obliquatione oculi, in omni tenui corpore, ut cujuſque materia denſiſſima eſt, ita minimam eſſe.

OBSERVATIO XX.

Quemadmodum in nona obſervatione lamella aerea, ita hic bulla aquæ; quem colorem reflexione luminis exhiberet, ejus ſemper contrarium exhibebat, luminis

tranſmiſſu. Exempli gratia. Quum bulla inſpecta, luminis nubium reflexu, rubra ab extremo ſui circuitu videretur; nubes eodem tempore, vel ſtatim poſt, per bullam tranſpectæ, colorem cæruleum in eodem ejus circuitu exhibebant. Et e contrario; quum bulla reflexo lumine cærulea videretur, videbatur rubra tranſmiſſo.

OBSERVATIO XXI.

Cum lapidis ſpecularis lamellas pertenues, quarum ſcilicet tenuitas tanta erat ut eæ colores ſimiles ac bulla aquæ exhiberent, madefeciſſem; colores ipſarum debiliores continuo languidioreſque evadebant; maxime ſi lamellas ea ſui facie, quæ eſſet averſa ab oculo, madefacerem. At qui gradus ſolummodo, non utique genus colorum, quod quidem ego diſcernere potuerim, immutabatur. Itaque id, qua craſſitudine ad certum quemvis colorem producendum debeat eſſe lamella, ſolummodo ex ſua lamellæ ipſius denſitate, non item ex denſitate, medii circumjacentis, pendet. Atque hinc, ope obſervationum decimæ ac decimæ ſextæ, inveniri poterit quanta craſſitudine ſint bullæ aquæ, vel lamellæ lapidis ſpecularis, vel alia quævis corpora, ea ſui parte, qua certum quemvis colorem exhibent.

OBSERVATIO XXII.

Tenue corpus pellucidum, quod ſit denſius medio ſibi circumjecto, colores clariores floridioreſque exhibet, quam id quod medio ſibi circumjecto fuerit ſimili proportione rarius. Id quod in aere & vitro ſpeciatim obſervavi. Etenim cum vitrum in lychno fornaceo fuſum ad ſummam uſque tenuitatem inflando tetendiſſem, lamellæ iſtæ vitreæ aere circundatæ exhibebant colores multo utique floridiores, quam quos lamellæ aereæ binis vitris interjectæ exhibuerant.

OBSERVATIO XXIII.

Cum in id inquirerem, quantum luminis ex ſingulis annulis reflecteretur; obſervabam reflecti id copioſiſſime ex annulis primis ſive intimis, in exterioribus autem gradatim minui. Item albitudinem primi annuli clariorem eſſe, quam earum medii tenuioris aut lamellæ partium, quæ extra ultimos annulos jacerent. Id quod manifeſto cernere poteram, inſpiciendo, paulo majori interjecto intervallo, annulos inter bina vitra objectiva exhibitos; vel conferendo inter ſe duas aquæ bullas interpoſito tali temporis ſpatio conflatas, ut ſimul in altera earum conſpiceretur, albor iſte qui colores omnes ſequeretur, in altera iſte qui omnes præcederet.

OBSERVATIO XXIV.

Cum vitrorum objectivorum alterum alteri ſuperpoſitum eſſet, ita ut annuli colorum apparerent; quamvis nudo oculo non amplius octo aut novem annulorum iſtorum diſcernere potuerim, tamen per priſma inſpicienti longe major eorum numerus mihi viſus fuit; adeo ut jam amplius quadraginta numerare potuerim, præter alios permultos adeo exiguos atque denſatos, ut oculorum acies eos diſtincte cernere ac numerare haud potuerit; verum ex ſpatio quod omnes ſimul occupabant, eos nonnunquam plus centum eſſe æſtimavi. Atque equidem credo, experimentum hocce proſequendo, longe adhuc plures poſſe aliquando diſcerni. Videntur enim reapſe eſſe innumeri, quamvis eatenus tantum ſub aſpectum veniant, quatenus priſmatis refractione ſeparari queant; uti infra uberius explicabitur.

Verum enimvero ea priſmatis refractione, una tantum horum annulorum pars, illa videlicet verſus quam refractio ea fieret, diſtinctior erat facta. Utique altera eorum pas confuſior erat facta, quam quum nudo oculo inſpicerentur; adeo ut iſta in parte, haud amplius unum aut duos & interdum nullos diſcernere potuerim anulo-

nulorum illorum, quorum octo aut novem ipſos etiam nudo oculo diſcernere potueram. Item ſegmenta eorum ſive arcus, illa ipſa in parte ubi adeo numeroſi videbantur, plerunque haud excedebant magnitudine tertiam partem circuli. Porro, ſi refractio valde eſſet magna, vel priſma a vitris objectivis longius remotum; jam vero etiam horum ipſorum arcuum partes mediæ, erant itidem factæ confuſæ; adeo ut iſtæ mediæ ipſorum partes evanuerint, in albitudinem plane abeuntes; interea dum extremitates ipſorum utræque, itemque arcus ii, qui longius abeſſent a centro, toti, diſtinctiores quam antea apparerent; ea nimirum ſpecie, quam in quinto ſchemate expreſſam vides.

Arcus hi, (*Tab. II.*) quo in loco diſtinctiſſimi videbantur, erant ſolummodo albi & nigri alternis, ſine ullo alio colore intermixto. Verum aliis in locis apparebant colores: quorum utique ordo refractione priſmatis ita erat inverſus, ut ſi priſma primo proxime vitra objectiva manu tenerem, deinde autem id paulatim ad oculum verſus retraherem; colores ſecundi, tertii, quarti, & ſequentium annulorum, contraherent ſe proinde gradatim ad albitudinem inter annulos emergentem, uſquedum in eam abeuntes penitus evaneſcerent a media quidem parte arcuum; & deinceps, ordine contrario, iterum inde emergerent: at ab extremitatibus arcuum, colores ordinem ſuum ſervabant nihil immutatum.

Nonnunquam vitrorum objectivorum alterum alteri ita ſuperpoſui, ut ea nudo oculo conſimilem uſquequaque exhibuerint albitudinem, ſine ullo vel minimo annulorum coloratorum indicio; & tamen in eiſdem per priſma inſpectis, ingens annulorum iſtorum viſa fuerit multitudo. Similiter, laminæ lapidis ſpecularis, & bullæ vitreæ in lychno fornaceo conflatæ, quæ minus tenues fuerunt quam ut in eis ulli colores nudo oculo cerni poſſent; tamen per priſma inſpectæ, ingentem exhibuerunt colorum hic illic ſine ullo ordine undatim diſpoſitorum varietatem. Denique ſimili quoque ratione, bullæ aquæ, antequam nudo ſpectatoris oculo colores exhibere cœperint; per priſma tamen inſpectæ, annulis permultis & ſibi invicem & horizonti parallelis cinctæ fuerunt viſæ. Ad quem quidem effectum obtinendum, oportuit utique ut & priſma horizonti parallelum, vel prope parallelum, teneretur; & ita inſuper eſſet poſitum, ut radiorum refractio fieret ſurſum verſus.

OPTI-

O P T I C E S

LIBER SECUNDUS.

PARS SECUNDA.

Conſiderationes ſuper præmiſſis obſervationibus.

EXpoſitis quæ de coloribus hiſce obſervaverim; conveniens erit, antequam obſervationes iſtas ad colorum corporum naturalium cauſas explicandas accommodem, ipſarum obſervationum eas, quę ſint magis compoſitæ, per ſimpliciores, quales ſunt *2da*, *3tia*, *4ta*, *9na*, *12ma*, *18va*, *20ma*, & *24ta*, prius explanare. Primo igitur, ut inveniatur quomodo colores in *4ta* & *18va* obſervationibus producti fuerint; ſumantur in quavis linea recta a puncto Y (*Fig. 6. Tab. II.*) longitudines YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, ea proportione inter ſe, quam habent inter ſe radices cubicæ quadratorum numerorum illorum, $\frac{1}{2}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{8}{9}$, 1, quibus repræſentantur chordæ longitudines quæ ſonent notas omnes muſicas in octava; hoc eſt, ſumantur in proportione numerorum, 6300, 6814, 7114, 7631, 8255, 8855, 9243, 10000. Tum in punctis A, B, C, D, E, F, G, H, erigantur perpendiculares A α, B β, &c. quorum intervallis repræſentanda ſit colorum infra ex oppoſito adſcriptorum amplitudo. Denique divide lineam A α ea proportione, quam denotant numeri 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, *&c.* in punctis diviſionis adſcripti; perque illa puncta diviſionis, duc a puncto Y lineas 1 I, 2 K, 3 L, 5 M, 6 N, 7 O, &c.

Jam ſi finges A 2 repræſentare craſſitudinem tenuis cujuſvis corporis pellucidi eam, qua color violaceus extremus copioſiſſime reflectitur in primo annulo ſive ſerie colorum; HK, ex *13tia* obſervatione, repræſentabit ejuſdem craſſitudinem eam, qua color ruber extremus copioſiſſime reflectitur in eadem ſerie. Item, ex obſervationibus *5ta* & *16ta*, A 6 & H N denotabunt craſſitudines eas, quibus iidem colores extremi copioſiſſime reflectuntur in ſecunda ſerie; & A 10 ac H Q, craſſitudines eas, quibus iidem copioſiſſime reflectuntur in tertia ſerie; & ſic deinceps. Denique craſſitudinem qua quivis colorum intermediorum copioſiſſime reflectitur, definiet, ex obſervatione *14ta*, diſtantia lineæ A H a linearum 2 K, 6 N, 10 Q, &c., partibus intermediis; quibus videlicet nomina colorum iſtorum comparate, infra ſunt ex oppoſito adſcripta.

Porro autem, ut latitudinem quoque horum colorum in unoquoque annulo ſive ſerie definiamus; repræſentet A 1 craſſitudinem minimam, & A 3 maximam, qua color violaceus extremus in prima ſerie reflectitur; item repræſentent H I & H L, ſimiles terminos coloris rubri extremi; & colorum intermediorum terminos repræſentent ſimiliter partes linearum 1 I & 3 L intermediæ, quibus videlicet nomina colorum iſtorum infra ſunt ex oppoſito adſcripta: & ſic deinceps. Veruntamen hæc ita intelligi oportebit, ut reflexiones ſemper fortiſſimæ eſſe ponantur in ſpatiis mediis 2 K, 6 N, 10 Q, &c.; indeque gradatim ad limites iſtos 1 I, 3 L, 5 M, 7 O, &c., utroque verſus decreſcere: in quibus porro limitibus non exiſtimandum eſt eas diſtinctis eſſe terminis definitas, ſed deficere indefinite. Cumque unam eandemque latitudinem unicuique ſeriei tribuerim; id eo factum intelligi velim, quia tametſi colores in prima ſerie, propter fortiorem eo in loco reflexionem, paulo latiores quam cæteri videantur, tamen ea inæqualitas adeo parva eſt adeoque ſub ſenſum vix cadit, ut obſervationibus haud fere poſſit determinari.

Jam

Jam, ex hac deſcriptione; ſi concipies radios, quibus diverſi congeniti ſint colores, vicibus alternis reflecti in ſpatiis 1 I L 3, 5 M O 7, 9 P R 11, &c.; & tranſmitti in ſpatiis A H I 1, 3 L M 5, 7 O P 9, &c.; facile intelligere poteris, quemnam colorem, data quavis corporis tenuis pellucidi craſſitudine, corpus id in aperto aere exhibere debeat. Etenim ſi norma applicetur parallela ad A H, eo intervallo interjecto, quo repræſentetur corporis pellucidi craſſitudo; utique ſpatia alterna 1 I L 3, 5 M O 7, &c., quæ illa ſecabit tranſverſa, deſignabunt colores ſimplices reflexos, ex quibus color, quem ea corporis craſſitudo exhibitura ſit in aperto aere, compoſitus erit. Exempli gratia; ſi viridis in tertia colorum ſerie, qualis ſit, quæratur; appone normam, ut vides, ad π ρ σ φ; & quoniam illa tranſit per partem cærulei ad π, & flavi ad σ, æque ac per viridem ad ρ; concludere poteris, colorem viridem quem corpus ea craſſitudine exhibet, conſtare præcipue quidem ex viridi ſimplice, admixtis tamen aliqua portione cæruleo & flavo.

Porro, hoc pacto intelligere poteris, quemadmodum colores a centro annulorum extrorſum eo ſibi ordine invicem ſuccedere debeant, quem in *4ta* & *18va* obſervationibus ſupra deſcripſimus. Etenim ſi normam ab A H gradatim per intervalla omnia transferas: quum per primum tranſierit ſpatium, quod denotat exiguam vel nullam reflexionem a corporibus tenuiſſimis factam; perveniet ea primo ad 1, colorem violaceum; & ſtatim poſt ad cæruleum & viridem, qui una cum violaceo illo conficiunt cæruleum; deinde autem perveniet ad flavum & rubrum, quorum quidem acceſſione cæruleus ille convertitur in alborem; iſque albor permanet, interea dum normæ acies tranſit ab I ad 3; poſtea autem, deficientibus ſingulatim coloribus ex quibus compoſitus erat, convertit is ſeſe primo in flavum compoſitum, deinde in rubrum, & poſtremo ruber iſte deficit ad L. Tum incipiunt colores ſecundæ ſeriei; qui itidem ex ordine ſuccedunt, interea dum normæ acies tranſit ab 5 ad O, floridioreſque ſunt quam priores, propterea quod magis dilatati ſunt & ſeparati: quam etiam eandem ob cauſam, loco prioris albitudinis, intervenit jam inter cæruleum & flavum mixtura aurei, flavi, viridis, cærulei atque indici; ex quibus omnibus compoſitus oriri debet viridis nubilus ac dilutus. Similiter colores tertiæ ſeriei ſuccedunt omnes ex ordine: primo violaceus; qui aliquantum intermiſcetur rubro ſecundi ordinis, eoque accedit ad purpureum rubeſcentem: deinde cæruleus & viridis; qui aliis coloribus minus quam ante intermixti ſunt, & proinde magis adhuc floridi evadunt, viridis præſertim: poſtea ſuccedit flavus; cujus pars aliqua propius viridem, diſtincta quidem eſt & bona; pars autem ea quæ ſpectat ad rubrum ſuccedentem, ſicut & ipſe quoque ruber iſte, intermiſcetur violaceo & cæruleo quartæ deinceps ſeriei; ex quibus proinde compoſiti oriuntur varii colores rubri, multum purpuraſcentes. Jam porro violaceo & cæruleo illis quartæ ſeriei, qui rubrum jam dictum ſubſequi deberent, commixtis cum eo in eoque abſconditis; proxime ſuccedit viridis: iſque primo quidem multum deſcendit ad cæruleum; ſtatim autem poſt fit color viridis bonus; utique ſolus ſimplex & floridus color in tota hac quarta ſerie; nam ſimul primum ut ad flavum accedit, intermiſceri incipit coloribus quintæ deinceps ſeriei; quorum utique admixtione, ſuccedentes flavus & ruber valde diluti evadunt ac nubili; flavus præſertim, qui, cum ſit color debilior, vix ſcilicet exhibere ſe queat ſenſu percipiendum. Poſthæc, diverſæ ſeries, earumque colores diverſi, magis magiſque intermiſcentur invicem perpetuo; donec poſt tres vel quatuor amplius ſeries, (in quibus ruber & cæruleus dominantur alterne,) colores omnes omnibus in locis æqua fere portione commiſcentur inter ſe, & albitudinem uſquequaque ſui ſimilem conficiunt.

Quoniam autem, ex *15ta* obſervatione, radii uno colore tranſmittuntur eodem in loco, ubi radii alio colore reflectuntur; hinc cauſa colorum in *9na* & *10ma* obſervationibus lumine tranſmiſſo exhibitorum, fit itidem manifeſta.

Quod ſi jam non modo ordo & ſpecies horum colorum, verum etiam ipſa accurate craſſitudo lamellæ ſive corporis tenuis, qua parte id certum quemvis colorem exhibet, quæ, & quotenarum unciæ partium ſit, quæratur; etiam hoc, per obſer-

vatio-

Digitized by Google

vationes *6tam* & *16tam* definiri poterit. Etenim, ex iſtis obſervationibus, craſſitudines lamellæ aereæ inter bina vitra interjacentis, qua parte ſex priores annuli videbantur luminoſiſſimi, erant $\frac{1}{178000}$, $\frac{3}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$, $\frac{9}{178000}$, $\frac{11}{178000}$, partes unciæ. Jam ſi igitur lumen in iſtis craſſitudinibus copioſiſſime reflexum ſit flavum citrinum clarius, ſive confinium flavi ac aurei; utique craſſitudines iſtæ, erunt F λ, F μ, F ν, F ξ, F ο, F τ. Quo quidem cognito, facillime deinceps intelligi poterit, quamnam aeris craſſitudinem repræſentet illa G φ, vel alia quævis diſtantia normæ a linea A H.

Porro autem, quoniam, ex 10*ma* obſervatione, craſſitudo aeris ad craſſitudinem aquæ, inter eadem vitra eundem colorem exhibentium, eſt ut 4 ad 3; item, ex XXI. obſervatione, non, ſi mutetur medium circumjectum, mutantur & colores corporum ipſorum tenuium; utique craſſitudo bullæ aquæ, qua quivis color exhibeatur, erit $\frac{3}{4}$ craſſitudinis aeris eundem colorem exhibentis. Similiter ex iiſdem 10*ma* & 21*ma* obſervationibus, craſſitudo lamellæ vitri, in quo refractionem radiorum mediocriter refrangibilium metitur proportio ſinuum 31 & 20, poterit eſſe ſcilicet $\frac{20}{31}$ craſſitudinis lamellæ aereæ, eundem colorem exhibentium. Idemque de aliis mediis comparate intelligi poterit. Cæterum id hic obſervatum velim, non affirmare me iſtam proportionem, quæ eſt 20 ad 31, ſimilem eſſe in radiis univerſis. Habent enim ſinus aliorum radiorum alias proportiones. At enim differentia iſtarum proportionum adeo parva eſt, ut ejus hic habere rationem non neceſſe exiſtimem. Hiſce igitur poſitis fundamentis, tabulam ſequentem conſtruxi; in qua craſſitudo aeris, aquæ, & vitri ea qua quiſque color exhibetur clariſſimus & puriſſimus, exprimitur partibus unciæ in decies centies mille partes inter ſe æquales diviſæ.

Craſſitudo

Digitized by Google

Craſſitudo coloratarum lamellarum & particularum.

		Aeris.	*Aquæ.*	*Vitri.*
Colores ipſarum primæ feriei.	Nigerrimus	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{31}$
	Niger	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{20}{31}$
	Nigreſcens	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{7}$
	Cæruleus	$2\frac{2}{5}$	$1\frac{4}{5}$	$1\frac{11}{22}$
	Albus	$5\frac{1}{4}$	$3\frac{7}{8}$	$3\frac{2}{5}$
	Flavus	$7\frac{1}{9}$	$5\frac{1}{3}$	$4\frac{3}{5}$
	Aureus	8	6	$5\frac{1}{6}$
	Ruber	9	$6\frac{3}{4}$	$5\frac{4}{5}$
Secundæ feriei.	Violaceus	$11\frac{1}{6}$	$8\frac{3}{8}$	$7\frac{1}{5}$
	Indicus	$12\frac{5}{6}$	$9\frac{5}{8}$	$8\frac{2}{11}$
	Cæruleus	14	$10\frac{1}{2}$	9
	Viridis	$15\frac{1}{8}$	$11\frac{2}{3}$	$9\frac{5}{7}$
	Flavus	$16\frac{2}{7}$	$12\frac{1}{5}$	$10\frac{2}{5}$
	Aureus	$17\frac{2}{9}$	13	$11\frac{1}{9}$
	Ruber clarior	$18\frac{1}{3}$	$13\frac{3}{4}$	$11\frac{5}{6}$
	Coccineus	$19\frac{2}{3}$	$14\frac{1}{4}$	$12\frac{2}{3}$
Tertiæ feriei.	Purpureus	21	$15\frac{3}{4}$	$13\frac{11}{20}$
	Indicus	$22\frac{1}{10}$	$16\frac{4}{7}$	$14\frac{1}{4}$
	Cæruleus	$23\frac{2}{5}$	$17\frac{11}{20}$	$15\frac{1}{10}$
	Viridis	$25\frac{1}{5}$	$18\frac{9}{10}$	$16\frac{1}{4}$
	Flavus	$27\frac{1}{7}$	$20\frac{1}{3}$	$17\frac{1}{2}$
	Ruber	29	$21\frac{3}{4}$	$18\frac{5}{7}$
	Ruber ſubcæruleus	32	24	$20\frac{2}{3}$
Quartæ feriei.	Viridis ſubcæruleus	34	$25\frac{1}{2}$	22
	Viridis	$35\frac{2}{7}$	$26\frac{1}{2}$	$22\frac{3}{4}$
	Viridis flaveſcens	36	27	$23\frac{2}{9}$
	Ruber	$40\frac{1}{3}$	$30\frac{1}{4}$	26
Quintæ feriei.	Cæruleus ſubviridis	46	$34\frac{1}{2}$	$29\frac{2}{3}$
	Ruber	$52\frac{1}{2}$	$39\frac{3}{8}$	34
Sextæ feriei.	Cæruleus ſubviridis	$58\frac{3}{4}$	44	38
	Ruber	65	$48\frac{3}{4}$	42
Septimæ feriei.	Cæruleus ſubviridis	71	$53\frac{1}{4}$	$45\frac{4}{5}$
	Albus rubeſcens	77	$57\frac{3}{4}$	$49\frac{2}{3}$

M Jam

Jam ſi hanc tabulam conferes cum ſexto ſchemate: (*Tab. II.*) invenies ibi conſtitutionem cujuſque coloris; videlicet, ex quibuſnam ſimplicibus coloribus color quiſque compoſitus ſit: indeque judicare poteris, quantum perfectus ſit quiſque eorum, vel imperfectus. Atque hæc quidem ſufficiant ad obſervationes *4tam* & *18vam* explicandas. Niſi forte id amplius poſtules, ut delineetur, qua forma hi colores inter bina vitra objectiva, quorum alterum alteri ſuperpoſitum ſit, appareant. Quod porro ut fiat; deſcribatur amplus circuli arcus; item linea recta, quæ iſtum arcum tangat; & parallelæ iſti tangenti plures lineæ occultæ, tantis ab tangente interjectis intervallis, quanta denotant numeri coloribus ſingulis in tabula ex adverſo adſcripti. Etenim arcus iſte, cum ſua tangente, repræſentabunt vitrorum ſuperficies, quibus aer interjacens terminetur; & loca, ubi lineæ occultæ arcum ſecent, oſtendent quibuſnam a centro vel a puncto contactus interjectis intervallis, color quiſque reflectatur.

Cæterum & alii adhuc ſunt hujus tabulæ uſus. Nam & ejus ope, craſſitudo bullæ in *19na* obſervatione colligebatur ex coloribus quos illa exhiberet. Similiter, particularum corporum naturalium magnitudo, quæ ſit, ex coloribus ipſorum colligi poterit; uti infra oſtendetur. Item, ſi duarum tenuium lamellarum altera alteri ſuperponatur, vel adhuc plures ipſarum ita invicem committantur & coeant, ut ex omnibus una fiat lamella, quæ craſſitudine par ſit univerſis; ex eadem hac tabula colligi poterit, quiſnam inde ſit color oriturus. Exempli gratia: Obſervavit D. *Hookius*, ut in ejus *Micrographia* memoratur, lapidis ſpecularis lamellam quæ eſſet colore flavo languido, ſuperpoſitam lamellæ quæ eſſet colore cæruleo, confeciſſe colorem purpureum valde ſaturum. Utique flavus primæ ſeriei, eſt flavus languidus; & craſſitudo lamellæ quæ iſtum colorem exhibet, eſt, ex tabula, $4\frac{1}{3}$: ad quam porro ſi addas 9, quæ eſt craſſitudo exhibens cæruleum in ſecunda ſerie; habebis jam $13\frac{1}{3}$, craſſitudinem quæ exhibet purpureum tertiæ ſeriei.

Jam ut explicemus deinceps obſervationum *2dæ* ac *3tiæ* phænomena; videlicet, quemadmodum fiat ut annuli colorati (convertendo priſmata circa axem ſuum communem, motu jam contrario ac in iſtis obſervationibus dictum eſt,) convertant ſe in annulos albos & nigros, & deinde in annulos iterum coloratos, coloribus ſingulorum annulorum jam inde inverſo ordine diſpoſitis: recordandum eſt annulos iſtos coloratos dilatari, obliquatione radiorum ad aerem inter vitra interjacentem; iſtamque dilatationem annulorum, ſive productionem diametrorum ſuarum, evidentiſſimam & celerrimam (ſecundum tabulam in *7ma* obſervatione) tum eſſe, cum illi obliquiſſimi ſint. Hinc enim hujus rei cauſa facile intelligitur. Nempe radii flavi, quoniam in prima aeris illius inter vitra interjacentis ſuperficie plus refringuntur quam rubri, fiunt utique eo pacto magis obliqui ad ſecundam ſuperficiem, a qua reflexi annulos coloratos efficiunt; & conſequenter circulus flavus in unoquoque annulo, magis dilatatus eſſe debet quam ruber; ejuſque dilatatio tanto eſſe major quam rubri, quanto major ſit radiorum incidentium obliquitas; donec tandem circulus iſte flavus æque ſit amplus factus ac ruber in eodem annulo. Similiter, reliqui circuli, viridis, cæruleus, & violaceus, dilatari itidem eo uſque debebunt, majori adhuc radiorum obliquitate; ut & hi quoque omnes tandem æqua propemodum amplitudine fiant, hoc eſt, æquo intervallo a centro annulorum diſtent, ac ruber. Quo quidem in caſu, colores ejuſdem annuli coire in unum neceſſe eſt univerſos; ſuaque omnium permixtione inter ſe annulum album exhibere. Qui porro annuli albi, annulos nigros obſcuroſque ſibi interjectos habeant oportet; quia jam non expanſi ſunt utroque, & intermixti invicem, ut prius. Quam quoque eandem ob cauſam, multo etiam diſtinctiores fieri debent, & inſuper longe majori numero ſub aſpectum venire. Veruntamen color violaceus; quoniam, obliquiſſimus cum ſit, aliquanto plus, pro amplitudine ſua, quam reliqui colores, dilatatur; utique abeſſe vix poterit, quin in extremis albi marginibus ſeſe prodat.

Poſt hæc, quoniam adhuc majori radiorum obliquitate, dilatatio violacei & cærulei

Digitized by Google

rulei adhuc magis exſuperat dilatationem rubri & flavi, adeoque violaceus ille & cæruleus adhuc longius a centro annulorum protenduntur; colores jam deinceps ex albo emergere debebunt ordine contrario, atque ante diſpoſiti erant; nempe violaceus ac cæruleus ab exteriore margine cujuſque annuli, & ruber ac flavus ab interiore. Violaceus autem, propter maximam radiorum ſuorum obliquitatem; cum utique omnium maxime, pro amplitudine ſua, dilatetur; apparebit & primus in exteriori cujuſque annuli albi margine, & maxime omnium conſpicuus. Item diverſæ colorum ſeries, ad annulos diverſos pertinentes, incipient iterum, explicatu & expanſu ſui quaquaverſum, intermiſceri invicem; eoque pacto efficient, ut annuli & minus ſint diſtincti, & minori iterum numero ſub aſpectum veniant.

Si, loco priſmatum, adhibeantur vitra objectiva; annuli, quos illa exhibent, jam non evadent albi & diſtincti per obliquitatem oculi; propterea quod radii in tranſitu ſuo per aerem inter iſta vitra interjacentem, ferme paralleli ſunt lineis in quibus in vitra primo incidebant; & conſequenter radii diverſis coloribus, non ſunt ad aerem iſtum alii aliis magis inclinati, quomodo in priſmatibus quidem evenit.

Aliud adhuc horum experimentorum adjunctum eſt, conſideratu dignum; qui ſcilicet fiat, ut annuli albi ac nigri, qui, quum interjecto paulo majori intervallo inſpiciantur, diſtincti apparent; iidem tamen, quum inſpiciantur propius, non modo confuſi appareant, verum etiam colorem violaceum in utriſque annuli cujuſque albi extremitatibus exhibeant. Hujus autem rei cauſa hæc eſt. Radii, qui oculum in diverſis partibus pupillæ ingrediuntur, diverſas habent ad vitra obliquitates; quique maxime obliqui ſunt, ii, ſi ſoli eſſent, annulos majores, quam qui minus obliqui ſunt, repræſentaturi forent. Hinc orbita annuli cujuſque albi expanditur in latitudinem extrorſum per radios maxime obliquos, introrſum autem per radios minime obliquos: eaque expanſio tanto fit major, quanto major eſt radiorum obliquitatis differentia, hoc eſt, quanto pupilla latior eſt, aut oculus propius vitra. Violaceus autem expandi debet omnium maxime; quia radii, qui ſenſum eo colore afficiunt, maxime omnium obliqui ſunt ſecundæ ſive poſteriori tenuis aeris ſuperficiei, a qua reflectuntur; itemque maximam habent obliquitatis ſuæ variationem; quo fit ut iſte color, omnium citiſſime ex albi marginibus emergat. Porro autem, prout latitudo cujuſque annuli hoc modo augetur, ita nigra ipſorum intervalla diminuantur neceſſe eſt, uſque dum vicini annuli fiant contigui inter ſe & commiſceantur invicem, primo exteriores, deinde & interiores propius centrum; adeo ut tandem ſecerni & diſtingui haud queant amplius, ſed plane in albitudinem ſui uſquequaque conſimilem coiiſſe omnes videantur.

Inter omnes obſervationes ſupra memoratas, nulla eſt quæ tam mira habeat adjuncta, quam XXIV. Præcipue, quod certæ tenues lamellæ, quæ nudo oculo albitudine pellucida, æquabili, & ſui uſquequaque ſimili, ſine ullis omnino umbrarum veſtigiis, videntur; per priſma tamen inſpectæ annulos coloratos exhibeant; cum e contrario, priſmatis refractione, corpora omnia ea ſolummodo ſui parte apparere ſoleant coloribus diſtincta, ubi vel umbris terminentur, vel partes habeant inæqualiter luminoſas. Item, quod annuli iſti eo modo exhibiti, perquam diſtincti ſint atque albi; cum e contrario, priſmatis refractione, corporum omnium ſpecies confuſæ ac coloratæ exhiberi ſoleant. Jam vero cauſam hujus rei, paulum modo ſi attendas, ita intelligere poteris. Nempe, annuli iſti omnes colorati, inſunt revera in lamella tum, cum ea nudo oculo inſpiciatur; quamvis, propter nimiam orbitarum ſuarum latitudinem, intermixti ſint adeo & confuſi inter ſe, ut albitudinem uniformem & ſui uſquequaque conſimilem conficere videantur: quum autem radii ad oculum per priſma tranſmittantur; tum orbitæ diverſorum colorum, qui inſunt in ſingulis annulis, refringuntur, pro ſua cujuſque refrangibilitate, aliæ magis, aliæ minus: quo pacto colores ex altera parte annuli, (hoc eſt, in circumferentia ex altera parte centri ipſius,) magis explicantur & dilatantur; ex altera autem parte, magis, quam antea, complicantur & contrahuntur. Jam vero ubi colores apta juſtaque refractione eouſque contrahuntur, ut diverſi annuli anguſtiores hinc fiant,

quam ut invicem intermixti ſint ; utique annuli iſto in loco diſtincti apparere debent; & ſimul albi; ſi nimirum colores, ex quibus ii compoſiti ſunt, eouſque ſint contracti, ut in unum plane coierint: atqui ex altera parte, ubi e contrario orbita cujuſque annuli, ulteriori explicatu colorum ſuorum, adhuc latior eſt facta ; ibi is multo jam magis, quam antea, cum aliis annulis commixtus eſſe debet; & proinde minus eſſe diſtinctus.

Quo autem hanc materiam adhuc uberius explicemus; finge circulos concentricos A V & B X, (*Fig. 7. Tab. II.*) repræſentare cujuſvis ſeriei colores rubrum ac violaceum, qui, una cum coloribus intermediis, unum quemvis horum annulorum conſtituant. Jam quidem ſi hi circuli per priſma inſpiciantur ; circulus violaceus B X, majori refractione, transferetur longius e loco ſuo, quam ruber A V; adeoque ad rubrum iſtum propius accedet illa in parte circulorum, quam verſus refractiones fiunt. Exempli gratia: Si circulus ruber transferatur ad *a v*, violaceus tranſferri poterit ad *b x*; adeo ut jam propius, quam ante, accedat ad rubrum in parte *x*: Sique ruber transferatur longius ad a v; utique violaceus itidem proportione, tanto ulterius transferri poterit ad b x, ut coeat jam plane cum rubro in x: ſique ruber adhue porro longius transferatur ad *α* Υ; violaceus itidem, tanto etiam adhuc ulterius transferri poterit ad *β* ξ, ut jam plane prætervectus ſit rubrum in ξ, coeat autem cum eo in *e* & *f*. Quod ſi hoc idem de aliis quoque coloribus intermediis, æque ac rubro & violaceo; itemque de omnibus colorum iſtorum ſeriebus, dictum ſimiliter intelligatur : facile jam percipies quemadmodum colores unius ejuſdemque ordinis ſive ſeriei, propinqui facti inter ſe ad *x v* & Υ ξ, & coeuntes plane ad x v & *e* & *f*, debeant conſtituere arcus circulorum ſatis quidem diſtinctos, maxime ad x v vel ad *e* & *f*; ad *x v* autem, apparere ſeparati; & ad x v albitudinem mutua permixtione conficere; rurſumque apparere ſeparati ad Υ ξ; ordine autem contrario, quam quo ante apparuerant, & quam etiamnum apparent ultra *e* & *f*. Verum ex altera parte, ad *a b*, a b, vel *α β*; colores iſti multo etiam magis confuſi, quam antea, apparere debent ; dilatati nimirum atque diffuſi uſque adeo, ut coloribus aliorum ordinum intermiſceantur. Similiſque porro confuſio erit colorum ad Υ ξ, inter *e* & *f*; ſi forte refractio ſit valde magna, vel priſma a vitris objectivis valde remotum. Quo quidem in caſu nulla pars annulorum ſub aſpectum veniet, præter duos exiguos arcus ad *e* & *f*; qui porro eo majori intervallo inter ſe diſtabunt, quo priſma a vitris objectivis adhuc longius removeatur. Hique exigui arcus diſtinctiores & albiores eſſe debent a media ſui parte ; ab extremitatibus autem, ubi confuſi eſſe incipiunt, inſimul colorati eſſe debent. Item colores in una extremitate cujuſque arcus ordine contrario diſpoſiti eſſe debent, atque in altera ; propterea quod in albitudine intermedia decuſſantur. Nempe extremitates arcuum eæ, quæ ſpectant ad Υ ξ, erunt rubræ ac flavæ illa ſui parte, quæ ſit propior a centro ; ex altera autem parte cæruleæ ac violacæ : extremitates autem eæ, quæ in contrarium ſpectant, erunt e contrario cæruleæ ac violaceæ illa ſui parte, quæ ſit propior a centro; ex altera autem parte rubræ ac flavæ.

Jam ſicut omnia quæ hactenus dicta ſunt, ex luminis proprietatibus mathematica deductione conſequuntur; ita veritas ipſorum, experimentis inſuper manifeſta fieri poteſt. Etenim ſi in cubiculo tenebricoſo inſpiciantur per priſma annuli jam dicti, tum quum reflexione diverſorum colorum priſmaticorum in vitra objectiva ſingulatim projectorum exhibeantur ; quos nimirum colores priſmaticos adſiſtens aliquis transferat huc illuc ſuper parietem vel chartam e qua ad vitra reflectantur, interea dum & oculus ſpectatoris & priſma oculo applicatum & vitra ipſa objectiva (ſicuti in XIII obſervatione) immota maneant; utique circuli, quos diverſi illi colores ſingulatim exhibebunt, tali inter ſe poſitu reperientur collocati comparate, qualem in ſchematibus *a b x v̇*, vel a b x v, vel *α β* ξ Υ, deſcripſi. Atque eadem quidem ratione, aliarum quoque obſervationum explicationes, quam veræ & certæ ſint, probari & examinari poſſunt.

Porro, ex iis quæ dicta ſunt, ſimilia aquæ quoque & tenuium vitri lamellarum phæno-

phænomena intelligi & explicari poterunt. Verum enimvero in parvis iſtiuſmodi lamellarum fragmentis, illud inſuper notatu dignum eſt; fragmenta iſta, ſi ſuper menſam jacentia circumagantur circa centra ſua, interea dum per priſma inſpiciantur; fore utique ut in certis poſitionibus, undatim videantur coloribus diſtincta; atque eorum alia quidem, undas iſtas in una duntaxat vel duabus exhibeant poſitionibus; pleraque autem illas omni in poſitu, idque per totam fere ſui faciem, exhibeant. Nempe ea de cauſa, quod iſtiuſmodi lamellarum ſuperficies non ſint æquate planæ, ſed multas habeant partes eminentes, multas lacunoſas; qua quidem inæqualitate, utcunque exigua, variatur tamen nonnihil lamellæ craſſitudo. Etenim in diverſis lateribus lacunarum iſtarum, propter cauſas jam ante dictas, exhiberi debent undæ in variis priſmatis poſitionibus. Et quamvis perexiguæ ſint quidem & valde anguſtæ ſolummodo vitri partes, quæ hujuſmodi undas plerunque exhibeant; nihilo tamen minus undæ hæ per totam protenſæ vitri faciem videri poterunt; propterea quod etiam ab anguſtiſſima iſtarum partium, colores ſunt diverſorum ordinum, hoc eſt diverſorum annulorum, confuſe reflexi; qui priſmatis deinceps refractione explicati, ſeparati, & quaquaverſum pro ſua cujuſque refrangibiliate diſperſi, exhibent utique tot undas diverſas, quot erant diverſi colorum ordines ab iſta vitri parte confuſe reflexi.

Hæc ſunt præcipua tenuium lamellarum ſive bullarum phænomena; quorum quidem explicatio pendeat ex luminis proprietatibus ſupra expoſitis. Atque hæc quidem phænomena ex proprietatibus iſtis conſequuntur (ut vides) neceſſario, & conveniunt cum eis, etiam ad minutiſſimas uſque circumſtantias. Neque id ſolum, verum etiam ad eas ipſas viciſſim comprobandas conferunt permultum. Exempli gratia: ex XXIV. obſervatione apparet radios diverſorum colorum, tam lamellis ſive bullis, quam refractionibus priſmatis exhibitorum, ſuos habere ſingulos refrangibilitatis gradus: quo quidem pacto radii uniuſcujuſque ordinis, qui, quum a lamella vel bulla reflectuntur, intermixti ſunt confuſe radiis aliorum ordinum; ſeparentur ab eis deinceps refractione, & conſocientur inter ſe; adeo ut ordinatim, tanquam totidem arcus circulorum, ſub aſpectum veniant. Neque enim ullo modo fieri poſſet, ſi radii eſſent omnes ex æquo refrangibiles, ut albitudini iſti, quæ nudo oculo ſui uſquequaque conſimilis videtur, refractione tamen partes ſuæ ita tranſponerentur, ut inde in albos iſtos nigroſque arcus ordinatim digeſtæ apparerent.

Apparet etiam, ex iis quæ dicta ſunt, inæquales radiorum diſſimilium refractiones, non oriri ex cauſis irregularibus, quæ caſu poſſint accidere; quales utique ſunt venulæ in vitro interſperſæ; inæqualis quædam vitri facierum politura, vel fortuita occultorum vitri meatuum poſitio; inæquales & fortuiti quidam motus ſive agitationes aeris vel ætheris; diffuſio; diffiſſio, aut diviſio unius & ejuſdem radii, in multas partes divergentes; aliæve ſimiles cauſæ. Nam, poſitis quibuſvis ejuſmodi irregularitatibus, fieri tamen nullo modo poſſet ut refractiones annulos antedictos tam valde diſtinctos tamque diſtinctis terminis definitos exhiberent, quam faciunt in XXIV. obſervatione. Neceſſe eſt igitur, ut unuſquiſque radius proprium ac ſuum ſemper habeat ſibi congenitum refrangibilitatis gradum; cui congruenter, refractio ipſius ſemper accurate & regulariter efficiatur; itemque diverſi radii, diverſos habeant refrangibilitatis gradus.

Adhæc, quod de radiorum refrangibilitate dictum eſt, id de eorum reflexibilitate quoque ſimiliter dictum intelligi poterit; hoc eſt, de diſpoſitione eorum illa, qua ita comparati ſunt, ut alii majore, alii minore tenuium lamellarum ſive bullarum craſſitudine reflectantur: nempe, illas itidem diſpoſitiones congenitas eſſe radiis, & immutabiles. Id quod apparet ex obſervationibus XIII. XIV. & XV. comparatis cum IV. & XVIII.

Ex præmiſſis obſervationibus apparet quoque, albitudinem eſſe mixturam heterogeneam colorum univerſorum; lucemque eſſe mixturam radiorum coloribus iſtis omnibus præditorum. Nam ex eo, quam ingens viſa eſſet multitudo annulorum coloratorum in obſervationibus III. XII. & XXIV. liquet, quamvis in obſervationibus

bus IV. & XVIII. non amplius octo aut novem apparerent, tamen revera longe majorem eſſe ipſorum numerum; qui utique intermiſcentur invicem eouſque, ut poſt octonas aut novenas illas ſeries, plane diluti fiant deinceps permixtione ſui mutua inter ſe, & in albitudinem abeant, ad ſenſus quidem judicium, ſui uſquequaque conſimilem. Quam proinde albitudinem, colorum eſſe omnium mixturam fatearis neceſſe eſt; & lumen, quo ea ad oculum tranſmittitur, mixturam eſſe radiorum coloribus iſtis omnibus præditorum.

Denique, ex XXIV. obſervatione, apparet, inter colores & refrangibilitatem, mutuum ac perpetuum eſſe connexum atque reſponſum: nempe radios maxime refrangibiles, eſſe violaceos; radios minime refrangibiles, rubros; radioſque coloribus intermediis, intermediis eſſe comparate refrangibilitatis gradibus. Item ex obſervationibus XIII. XIV. & XV. comparatis cum IV. vel XVIII. apparet inter reflexibilitatem quoque & colores, ſimilem eſſe connexum atque reſponſum perpetuum: nempe colorem violaceum, iiſdem poſitis cæteris omnibus circumſtantiis, reflecti in minimis craſſitudinibus cujuſvis tenuis lamellæ vel bullæ; colorem rubrum, in maximis craſſitudinibus; coloreſque intermedios, in intermediis comparate craſſitudinibus. Ex quo efficitur, colorificas itidem radiorum qualitates, congenitas eſſe atque immutabiles: & conſequenter omnes omnium colorum ſpecies, quæ ſint uſpiam in rerum univerſitate, oriri utique non ex phyſica ulla mutatione, quam refractio aut reflexio efficiat in lumine; ſed ſolummodo ex variis mixturis aut ſeparationibus radiorum, refrangibilitate ſua diverſa vel reflexibilitate effectis. Atque hac quidem ratione, ſcientia colorum fit theoria tam vere mathematica, quam alia ulla pars Optices: eatenus videlicet, quatenus colores ex luminis ipſius natura pendeant, neque oriantur immutenturve imaginationis vi, aut oculorum percuſſu vel compreſſu.

OPTI-

Digitized by Google

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS TERTIA.

De permanentibus corporum naturalium coloribus ; & analogia quæ eſt inter eos colores, & colores tenuium laminarum pellucidarum.

PErvenimus jam ad aliam inſtituti noſtri partem; videlicet ut in id deinceps inquiramus, quæ ſit inter tenuium laminarum pellucidarum & aliorum omnium corporum naturalium phænomena, ſimilitudinis proportio. Ac de hiſce quidem corporibus jam ſupra illud ſtatuimus; diverſis ea coloribus ita apparere, prout radiis hos vel illos colores ſibi congenitos habentibus, copioſius quam aliis omnibus reflectendis, natura apta ſint facta & conſtituta. Naturæ autem ipſorum conſtitutio illa ac ratio intima, qua nimirum ita ſunt comparata, ut radios alios copioſius quam alios reflectant; ea demum quæ ſit, adhuc inquirendum reſtat. Hocque in ſequentibus propoſitionibus jam deinceps exponere conabor.

PROPOSITIO I.

Eæ corporum pellucidorum ſuperficies plurimum luminis reflectunt, quæ vim refringentem maximam habent; hoc eſt, quæ inter talia interjectæ ſunt media, quorum denſitates refractivæ inter ſe maxime differunt. Et in confinibus mediorum æqualiter refringentium nulla eſt reflexio.

QUAM magna ſit inter reflexionem & refractionem analogia, ex eo apparere poterit, quod, cum lumen ex uno medio tranſeat oblique in aliud, quod quidem radios refringat a perpendiculari; quo major eſt mediorum iſtorum denſitatis refractivæ differentia, eo minor ad totalem reflexionem faciendam poſtuletur obliquitas incidentiæ. Etenim quam proportionem habent inter ſe ſinus, qui refractionem metiuntur; eandem habet ſinus incidentiæ is, ubi totalis incipit reflexio, ad ſemidiametrum circuli: Et conſequenter angulus incidentiæ is, ubi totalis incipit reflexio, minimus tum eſt; cum ſinus, qui refractionem metiuntur, differunt maxime inter ſe. Exempli gratia: In tranſitu luminis ex aqua in aerem, ubi refractionem metitur ratio ſinuum 3 ad 4; totalis reflexio tum incipit, cum angulus incidentiæ ſit graduum 48, 35′. In tranſitu luminis ex vitro in aerem, ubi refractionem metitur ratio ſinuum 20 ad 31; totalis reflexio tum incipit, cum angulus incidentiæ ſit graduum 40, 10′. Et ſimiliter, in tranſitu luminis e cryſtallo, vel e mediis adhuc magis refringentibus in aerem; ad totalem faciendam reflexionem, adhuc minor obliquitas poſtulatur. Quæ itaque ſuperficies maxime refringunt; eæ citiſſime id omne lumen, quod ſibi incidat, reflectunt; & conſequenter vim reflectentem maximam habere dicantur, neceſſe eſt.

Verum propoſitionis hujuſce veritas adhuc amplius inde apparere poterit, quod in ſuperficie interjacente bina quævis media pellucida, (qualia ſunt aer, aqua, oleum, vitrum, cryſtallus, vitra metallica, vitra Islandica, arſenicum album pellucidum, adamantes, &c.) reflexio ſemper fortior aut debilior ſit pro eo, ac ſuperficies iſta vim refringentem majorem minoremve habeat. Sic enim in confinio aeris & ſalgemmæ,

Digitized by Google

gemmæ, fortior eſt reflexio quam in confinio aeris & aquæ; in confinio aeris & vitri vel cryſtalli, adhuc fortior; & in confinio aeris atque adamantis, adhuc uſque fortior. Siquod horum vel his ſimilium corporum ſolidorum pellucidorum, in aquam immerſum ſit; ejus reflexio multo, quam ante, languidior ſit; atque etiam adhuc languidior, ſi id immerſum ſit in oleum vitrioli vel ſpiritum terebinthi rectificatum, utique liquores adhuc fortius refringentes. Si aqua in binas partes ſuperficie quavis imaginaria diſtinguatur; reflexio in binarum iſtarum partium confinio plane eſt nulla. In confinio aquæ & glaciei reflexio admodum exigua eſt; in aquæ & olei, aliquanto major; in aquæ & ſalis gemmæ, adhuc major; in aquæ & vitri aut cryſtalli aliorumve corporum denſiorum, etiam adhuc major; nimirum pro eo, quantum media illa vi refringente inter ſe differant. Hinc in confinio vitri & cryſtalli, languida debet eſſe reflexio; & in confinio vitri communis ac vitri metallici, fortior: quanquam hoc quidem nondum probavi experiundo. At vero in confinio duorum vitrorum denſitate inter ſe æqualium & parium; nulla eſt reflexio, quæ quidem ſenſu percipi queat; id quod in prima ſupra obſervatione oſtendimus. Idem autem ſimiliter intelligi debet de ſuperficie quæ interjaceat binas cryſtallos, vel binos liquores, vel bina quævis corpora, in quorum utique confinio nulla fiat refractio. Efficitur igitur in univerſum, ut cauſa quamobrem media pellucida uniformia, (qualia ſunt aqua, vitrum, aut cryſtallus,) nullam habeant reflexionem, quæ quidem ſenſu percipi poſſit, præterquam in externa ſua ſuperficie, ubi aliis mediis denſitate a ſe differentibus adjacent, hæc ſit nimirum; quod partes ipſorum contiguæ inter ſe, una eademque ſint omnes denſitate.

PROPOSITIO II.

Partes minimæ corporum naturalium fere omnium ſunt aliquo modo pellucidæ. Et opacitas iſtorum corporum oritur ex multitudine reflexionum, quæ in interioribus ipſorum partibus fiant.

OBſervatum fuit hoc antea ab aliis; & facillime concedetur ab iis, qui microſcopiis tractandis aſſueti fuerint. Porro autem probari etiam poterit amplius, apponendo quodlibet corpus ad foramen per quod aliquid luminis in cubiculum tenebricoſum tranſmittatur. Etenim quantumvis opacum id corpus in aperto aere videatur, eo tamen pacto pellucidum videbitur manifeſto; ita ſcilicet, ſi ſatis tenue fuerit factum. Excipienda ſolummodo ſunt corpora metallica alba: quæ propter nimiam denſitatem reflectere videntur fere id omne lumen, quod in primam ipſorum ſuperficiem incidat; niſi cum in menſtruis diſſolvendo, comminuta ſint in particulas perquam exiguas; quo quidem in caſu, & ipſa quoque ſimiliter evadunt pellucida.

PROPOSITIO III.

Inter corporum opacorum & coloratorum partes, multa interjacent ſpatia, vel vacua, vel mediis, quæ denſitate ab iſtis partibus differant, repleta. Sic inter particulas, quibus liquor quivis imbuitur & tingitur, interjacet aqua; inter globulos aquæ, ex quibus nubes & nebulæ conſiunt, interjacet aer; & inter corporum durorum partes, interjacent ſpatia, vacua plerunque tum aeris tum aquæ; fortaſſe tamen non omnis materiæ vacua.

HUjuſce veritatem evincunt propoſitiones duæ præcedentes. Nam, per prop. II. multæ ſunt reflexiones in interioribus corporum partibus factæ: Hoc autem, per prop. I., non fieret, ſi utique partes ipſorum prorſus eſſent contiguæ, ſine ullis interjectis iſtiuſmodi intervallis; etenim omnes reflexiones fiunt in ſuperficiebus, quæ interjectæ ſint mediis denſitate inter ſe differentibus, per prop. I.

Sed

Sed præterea, hanc interruptionem partium, præcipuam eſſe cauſam quamobrem corpora ſint opaca, inde etiam apparere poterit, quod corpora illa omnia opaca ſtatim pellucere tum incipiunt, cum forte occulti ipſorum meatus repleti ſint materia aliqua, quæ partibus ipſis par ſit vel ſere par denſitate. Sic charta, in aquam vel oleum intincta; lapis, qui dicitur oculus mundi, in aqua maceratus; lintea, oleo vel vernigine illita; aliaque permulta corpora in iſtiuſmodi liquoribus immerſa, qui occultos ipſorum meatus intime pervadant; fiunt eo pacto magis, quam ante, pellucida. E contrario, corpora ea, quæ ſunt maxime pellucida, poterunt, vel occultorum ſuorum meatuum evacuatione, vel partium ſuarum ſeparatione, ſatis opaca evadere. Sic ſales, vel charta madida, vel oculus mundi lapis, cum ſint exſiccata: cornu, radulanum: vitrum: cum in pulverem redactum ſit, vel etiam rimas modo egerit: reſina terebinthina & aqua pluvia, ſimul agitatæ, donec quadantenus commixta ſint: denique aqua ipſa, cum in multas bullulas tenſa ſit; idque vel ſola, in ſpeciem ſpumæ; vel ſimul agitata cum oleo terebinthino, olivo, aliove aliquo liquore commodo, quocum illa non commiſcebit ſe penitus: opaca fiunt. Porro ad opacitatem horum corporum adhuc amplius adaugendam, confert nonnihil & illud; quod, ex XXIII. obſervatione, reflexiones corporum pellucidorum admodum tenuium, multo ſunt fortiores, quam eorundem corporum paulo craſſiorum.

PROPOSITIO IV.

Quo corpora opaca eſſe queant, & colorata; partes ipſorum, itemque earum intervalla, debent non eſſe minora quam certæ cujuſdam & definitæ magnitudinis.

Etenim corpora omnium opaciſſima, ſi partes ipſorum in ſummam uſque tenuitatem comminuantur, (ut metalla in menſtruis acidis diſſoluta,) evadunt continuo plane perfecteque pellucida. Item recordari poteris, in VIII. obſervatione, binas vitrorum objectivorum ſuperficies, ubi valde eſſent propinquæ, quamvis non contingerent prorſus inter ſe, tamen nullam ibi reflexionem feciſſe, quæ quidem ſenſu percipi poſſet. Et, in XVII. obſervatione, reflexionem in aquæ bulla, qua parte ea tenuiſſima erat facta, vix ſenſu, an eſſet omnino aliqua, percipi potuiſſe; adeo ut, defectu luminis reflexi, maculæ valde nigræ in vertice bullæ apparerent.

Atque hiſce quidem cauſis comperio aquæ, ſalis, vitri, lapidum, aliorumque id genus corporum, tribuendam eſſe pelluciditatem. Multa enim me movent ut credam, corpora ea ita utique eſſe conſtituta, non ut pauciores interjectos habeant partibus ſuis meatus occultos, quam habent alia corpora; ſed ut partes ipſorum, earumque intervalla, minores ſint ſcilicet quam quæ reflexiones in communibus ſuperficiebus ſuis efficere queant.

PROPOSITIO V.

Pellucidæ corporum partes, pro varia ſua craſſitudine, reflectunt radios uno colore, & tranſmittunt radios alio colore; eiſdem de cauſis, ac tenues lamellæ ſive bullæ reflectunt vel tranſmittunt radios iſtos comparate. Atque huic quidem cauſæ, corporum omnium colores omnes attribuendos exiſtimo.

Etenim ſi cujuſvis materiæ lamella tenuis, quæ, cum æquabili ſit undique craſſitudine, tota uno eodemque ſui uſquequaque conſimili colore videtur; fingatur deinceps vel in fila diſſecari, vel in fragmenta diſrumpi, quæ ejuſdem ſint omnia craſſitudinis, ac ipſa lamella: equidem nihil cauſæ video, quin unumquodque filum ſive fragmentum, ſuum uſque conſervet colorem; & conſequenter ex iſtiuſmodi filorum ſive fragmentorum congeſtu, conflat acervus pulveris, qui ſit totus

eodem colore, ac erat ipſa lamella ante confringendum. Jam vero partes corporum omnium naturalium, ſunt tanquam totidem fragmenta tenuis lamellæ. Debent igitur hæ ſimiliter eiſdem de cauſis, eoſdem colores exhibere.

Rem autem hanc revera ita ſe habere, apparere poterit ex mira proprietatum ſimilitudine & conjunctione, quæ partibus corporum naturalium cum fragmentis tenuium lamellarrum intercedit. Utique pulchre coloratæ avium quarundam, & præſertim caudarum pavoniarum, plumæ, una eademque ſui parte colores varios exhibent, pro varia oculi poſitione; ſimili prorſus ratione, ac fecerunt tenues lamellæ in obſervationibus VII. & XIX.. Et proinde plumarum iſtarum colores, oriuntur ex tenuitate parvorum capillamentorum, quæ majoribus plumarum ramulis ſive fibris lateralibus adnaſcuntur. Eodem ſpectat, quod aranearum quarundam telæ, utique valde ſubtiles ac tenues, multicolores fuerint viſæ; (uti nonnulli obſervarunt) & fila ſerica quædam colorata, pro varia oculi poſitione, varietate videantur verſicolori. Porro, pannus bombycinus, & laneus, aliaque id genus corpora, in quæ aqua vel oleum intime penetrare poteſt, colorem obſcuriorem fuſcioremque trahunt, cum in liquores iſtos immerſa fuerint; rurſum autem, ſimul ut exſiccata ſint, colorem ſuum clariorem recuperant; utique eadem fere ratione, ac tenues lamellæ in obſervationibus X. & XXI.. Adhæc, bracteæ auri, vitra quædam picta, infuſio ligni nephritici, & alia corpora nonnulla, colorem unum reflectunt, alium tranſmittunt; ſimiliter ac tenues lamellæ in obſervationibus IX. & XX.. Denique pulveribus quibuſdam coloratis, quibus utuntur pictores, colores ſui multa atque elaborata tritura immutari poſſunt nonnihil: qua equidem in re, nihil plane cauſæ video, cui ea colorum mutatio attribui queat, præterquam particularum comminutioni inter conterendum; eodem modo, ac color tenuis lamellæ, pro craſſitudinis ſuæ variatione, immutatur. Quam ſane eandem ob cauſam, plantarum quoque & herbarum flores colorati, pellucidiores plerunque evadunt contundendo; aut aliquo ſaltem modo colores ſuos immutant. Nec minus eodem facit, quod ex diverſorum liquorum permixtione, certæ colorum ſpecies permiros interdum ac notatu digniſſimos ortus atque mutationes habeant: quorum quidem cauſa nulli rei veriſimilius & rationi congruentius attribui poteſt, quam quod corpuſcula ſalina, quæ inſunt in uno liquore, agant varie in corpuſcula colorata alterius, vel coaleſcant cum illis; adeo ut illa inde adaugeantur vel extenuentur, (quo non modo magnitudo, verum etiam denſitas ipſorum immutari poteſt,) vel dividantur in corpuſcula adhuc minora, (quo liquor, qui fuerat coloratus, poterit pellucidus evadere) vel conſocientur complura inter ſe, & in grumulos coaleſcant, (quo ex binis liquoribus pellucidis, confieri poterit liquor coloratus.) Etenim videmus quam facile menſtrua ejuſmodi ſalina, penetrent & diſſolvant corpora ad quæ applicentur; atque etiam alia eorum id præcipitent, quod alia diſſolverint. Similiter, ſi varia atmoſphæræ phænomena conſiderabimus; obſervare poterimus vapores, quum quidem primum ſuſcitantur, non impedire quominus pellucidus ſit aer; comminutos quippe in particulas exiguiores, quam quarum ſuperficies ullam efficere poſſint reflexionem: verum quum ad pluviæ guttas conſtituendas, coaleſcere demum & in globulos coire cœpti ſint magnitudinum omnium intermediarum; tum utique ex globulis iſtis ea magnitudine factis, qua colores alii reflectantur, alii tranſmittantur, poſſe confieri ſcilicet nubes variis coloribus, pro varia globulorum, ex quibus compoſitæ ſunt, magnitudine. Nec equidem video in aqua, tam pellucida videlicet, quid poſſit aliud ineſſe, cui horum colorum cauſa poſſit cum ulla veri ſimilitudine attribui; præter varias fluidarum ipſius & globoſarum particularum magnitudines.

PRO-

PROPOSITIO VI.

Corporum partes, ex quibus colores ipſorum pendent, denſiores ſunt quam medium, quod intervalla earum permeat.

APparet hoc ex eo, quod color cujuſvis corporis pendet non modo ex illis radiis, qui ad perpendiculum in partes ejus incidant; verum ex illis etiam, qui aliis omnibus angulis in eaſdem incidant. Nam ejuſmodi quidem color reflexus: ſi utique corpus ſive particula tenuis, rarior eſſet quam medium circumjectum; quavis ſcilicet vel exigua obliquitatis mutatione, (ſecundum VII. obſervationem) immutaretur & ipſe: adeo ut iſtiuſmodi particula, in diverſis radiorum incidentium obliquitatibus, colores prorſus omnes reflexura foret, tanta ſane varietate, ut color oriturus demum unus ex omnibus illis, confuſe nimirum ex acervo iſtiuſmodi particularum reflexis, deberet potius albus aut leucophæus eſſe quam alius ullus color, aut ſaltem valde imperfectus eſſe ac nubilus. Atqui e contrario; ſi corpus ſive particula tenuis, multo denſior ſit quam medium circumjectum; jam colores (ſecundum XIX. obſervationem) adeo parum immutabuntur variatione obliquitatis, ut radii qui reflectuntur minus oblique, prævalere inter cæteros ac dominari queant in tantum, ut totum iſtiuſmodi particularum acervum ſuo colore ſaturate infectum exhibere poſſint.

Porro, ad confirmandam hanc propoſitionem confert nonnihil & illud; quod, ex XXII. obſervatione, colores quos exhibet corpus tenue denſius in rariori concluſum, floridiores ſint quam quos exhibet rarius concluſum in denſiori.

PROPOSITIO VII.

Magnitudo partium, ex quibus corpora naturalia conſtant, quæ ſit, ex coloribus ipſorum conjici poteſt.

ETenim cum partes horum corporum, per prop. 5, eoſdem, (uti veri quidem ſimillimum eſt) colores exhibeant, ac lamella pari craſſitudine, modo eadem utræque ſint denſitate refractiva; habeant autem hæ partes, uti multis quidem ex rebus facillime colligi videtur, denſitatem plerunque fere eandem, ac aqua aut vitrum; utique magnitudines ipſarum definiri poterunt ex tabulis præmiſſis, in quibus, qua craſſitudine quemvis colorem exhibeat aqua aut vitrum, expreſſum habes. Exempli gratia: Si quæratur quanta ſit diametro particula cujuſvis corporis, quæ, ſi vitro par ſit denſitate, reflectat colorem viridem tertii ordinis; oſtendit numerus $16\frac{1}{4}$, eſſe eam $\frac{16\frac{1}{4}}{1000000}$ partes unciæ.

Tota hujus rei difficultas in eo fere poſita eſt, cujuſnam ordinis cenſendus ſit corporis alicujus color. Id autem ut inveniamus, recurrendum erit ad obſervationes IV. & XVIII.; unde colligi poterunt hæ, quæ ſequuntur, concluſiones.

Colores coccinei, aliique rubri, item aurei & flavi, ſi puri ſint & largi, erunt (uti vero quidem ſimillimum eſt) ſecundi ordinis. Qui ſunt primi & tertii ordinis, poterunt etiam ſatis eſſe boni; niſi quod flavus primi ordinis, ſit languidus; & aureus ac ruber tertii ordinis, permultum ſibi admixtum habeant violacei ac cærulei.

Colores virides poterunt eſſe boni, quarti ordinis; at qui tertii ſunt ordinis, erunt puriſſimi. Atque hujus quidem ordinis eſſe videtur color herbidus omnium plantarum: partim, quia colores ipſarum largi ſunt ac ſaturi; partim quia ipſæ, cum marceſcunt, convertunt ſe aliæ in colorem flavum ſubviridem, aliæ in flavum clariorem, vel aureum, vel etiam rubrum, intervenientibus nimirum coloribus o-

Digitized by Google

mnibus intermediis ante dictis. Quæ utique mutationes effici videntur exhalatione ſucci; unde videlicet particulæ coloratæ, denſiores potuerint eſſe factæ, atque etiam auctæ nonnihil accretione oleoſarum atque terreſtrium partium ſucci. Jam vero color viridis plantarum, ſine dubio ejuſdem eſt ordinis, ac colores illi in quos ipſe ſe immutat; quia mutationes eæ fiunt gradatim. Colores autem iſti, quamvis plerunque non admodum ſaturi, ſaturiores tamen ſæpe floridioreſque ſunt, quam ut quarti poſſint ordinis eſſe.

Colores cærulei & purpurei, poterunt eſſe vel ſecundi vel tertii ordinis; at puriſſimi qui ſunt, ordinis erunt tertii. Exempli gratia: Color violarum, ejus videtur eſſe ordinis; quia illarum ſyrupus, admixtione liquorum acidorum, convertit ſe in colorem rubrum; urinoſorum autem vel alkalizatorum, in viridem. Etenim, cum corporum acidorum ſit, diſſolvere ſive extenuare; alkalizatorum autem, præcipitare ſive incraſſare; utique ſi color purpureus hujus ſyrupi eſſet ſecundi ordinis, jam futurum eſſet ut liquor acidus, extenuando particulas ejus coloratas, converteret eum in colorem rubrum primi ordinis; alkalizatus autem, incraſſando particulas ejus, converteret eum in colorem viridem ſecundi ordinis: at enim iſtorum ordinum colores ruber & viridis, præſertim viridis, minus perfecti eſſe videntur, quam ſunt colores hiſce mutationibus producti. Jam vero igitur, ſi color ille purpureus ponatur tertii eſſe ordinis; mutatio ipſius in rubrum ſecundi ordinis, & viridem tertii, ſatis commode poterit exiſtimari.

Siquod reperiatur corpus colore purpureo ſaturiori & minus rubeſcente, quam violarum; veriſimillimum eſt, ejus colorem ſecundi eſſe ordinis. Veruntamen, quoniam nullum corpus eſt vulgo notum, cujus color ſit perpetuo ſaturior, quam illarum; viſum eſt mihi vocabulo, a violis deducto, ſignificare colores purpureos ſaturatiſſimos minimeque omnium rubeſcentes, quamvis ii ſuper ipſarum violarum colorem manifeſto excellant puritate.

Color cæruleus primi ordinis, quamvis languidus admodum & exiguus, poterit tamen in aliquibus fortaſſe corporibus ſe exhibere; nominatim, color cæruleus cœli ſereni, hujus ordinis eſſe videtur. Etenim vapores omnes, cum condenſari & in exiguas particulas coaleſcere incipiunt, ea primum fiunt magnitudine, qua iſtiuſmodi color cæruleus reflecti debeat; antequam ſe in nubes, quæ ſint aliis coloribus, induere poſſint. Ac proinde color iſte, cum ſit primus quem vapores reflectere incipiunt, debet utique cœli eſſe color ſudi ac ſereniſſimi; in quo ſcilicet vapores nondum eo excreverint craſſitudinis, ut colores alios reflectere queant: id quod re comprobat experientia.

Albor, ſi clariſſimus ſit ac luminoſiſſimus, primi erit ordinis; ſi minus fortis & luminoſus, mixtura erit colorum omnium ordinum. Hujus poſterioris generis eſt albitudo ſpumæ, chartæ, linteorum, & plurimorum corporum alborum: prioris eſſe generis exiſtimo metalla alba. Etenim cum aurum, metallorum omnium denſiſſimum, ſi in bracteas ductum ſit, pellucеat; metallaque omnia, ſi in menſtruis diſſoluta ſint vel vitrificata, itidem pelluceant; utique opacitas metallorum alborum, non oritur ex denſitate eorum ſola. Futurum omnino ſane eſſet, ut hæc metalla, cum ſint auro minus denſa, forent itidem magis pellucida; niſi ad ea opacanda conſpiraret inſuper, cum denſitate ipſorum, alia quædam cauſa. Eam autem cauſam exiſtimo eſſe particularum ſuarum magnitudinem talem, qua illæ ad alborem primi ordinis reflectendum aptæ ſint factæ. Etenim ſiquo forte pacto acciderit, ut illæ aliis factæ ſint magnitudinibus; poterunt & alios colores reflectere. Id quod evincunt colores, qui nonnunquam in candefacto chalybe inter temperandum apparent, & nonnunquam etiam in ſuperficie metallorum fuſorum ſeſe exhibent, nempe in ſcoria ſive cuticula illa, quæ metallis inter frigeſaciendum adnaſcitur. Præterea autem, ut albor primi ordinis, fortiſſimus eſt qui corporum pellucidorum lamellis reflecti poſſit; ita fortior eſſe debet in denſiori materia metallorum, quam in rariori aeris, aquæ, & vitri. Nec equidem quicquam video, quin corpuſcula metallica ea craſſitudine, qua albori primi ordinis reflectendo apta ſint,

Digitized by Google

poſſint, propter magnam ſuam denſitatem, (ſecundum proportionem primæ propoſitionis,) lumen id omne quod ſibi inciderit reflectere, eoque tam opaca tamque ſplendentia fieri, ut nihil poſſit ſupra. Utique aurum ipſum, vel cuprum; admixto argento, vel ſtanno, vel regulo antimonii, infra portionem dimidiam pondo, fuſum; vel amalgamatum, ut loquuntur, cum argenti vivi paululo, album fit. Ex quo apparet, & particulas metallorum alborum multo plus habere ſuperficiei, adeoque exiguiores eſſe, quam auri vel cupri; itemque eas tam eſſe opacas, ut particulas auri vel cupri trans ſe interlucere non permittant. Jam quidem colores auri & cupri, quin ſecundi ſint ordinis tertiive, dubitari haud poteſt: fieri itaque nequit, ut particulæ metallorum alborum multo ſint majores, quam neceſſarium eſt quo eæ alborem primi ordinis reflectere poſſint. Ne multo ſint majores, evincit quidem ipſa argenti vivi natura admodum volatilis: neque vero, e contrario, multo minores tamen eſſe debebunt; ne opacitatem ſuam amittant; & vel pellucidæ fiant: ut quum vitrificando aut in menſtruis diſſolvendo extenuatæ fuerint; vel nigræ evadant, ut quum comminutæ fuerint, atterendo nimirum argentum vel ſtannum vel plumbum aliis quibuſvis corporibus ad lineas nigras inducendas. Utique primus & ſolus color, quem metalla alba comminutione particularum ſuarum induunt, eſt nigror: ac proinde albor ipſorum is eſſe debet, qui confinis eſt maculæ nigræ in centro annulorum coloratorum; hoc eſt, albor primi ordinis. Veruntamen ſi hinc colligere velis, quanta ſit particularum metallicarum magnitudo; habenda erit ratio denſitatis ipſarum. Etenim ſi argentum vivum pellucidum eſſet; denſitas ejus tanta eſt, ut ſinus incidentiæ in id, (quomodo ego quidem calculum poſui) foret ad ſinum refractionis ſuæ, ut 71 ad 20, vel 7 ad 2. Quamobrem particulæ ejus, quo colores eoſdem ac aquæ bullæ exhibere queant, debent eſſe minus craſſæ quam cuticula iſtarum bullarum, ea proportione quæ eſt 2 ad 7. Unde fieri ſane poteſt, ut particulæ argenti vivi prorſus tam ſint exiguæ, quam particulæ liquorum quorundam volatilium pellucidorum; & tamen alborem primi ordinis reflectant

Denique, ad nigrorem exhibendum, particulæ adhuc minores eſſe debent omnibus illis, quæ colores cujuſcunque modi exhibent. Nam particulæ omnes majuſculæ, plus reflectunt luminis, quam ut nigræ poſſint videri. Verum ſi paululo minores eſſe ponantur, quam ſatis ſit ad reflectendum album & cæruleum languidum primi ordinis; jam, ex obſervationibus IV. VIII. XVII. & XVIII., reflectent tam puſillum luminis, ut & valde nigræ appareant, & tamen lumen varie refringant fortaſſe intra ſe uſque eo, donec id reſtinguatur penitus & intercidat; quo pacto ipſæ in omnibus oculi poſitionibus nigræ, ſine ulla pelluciditate, videantur. Atque hinc quidem intelligi poteſt qui fiat, ut ignis, &, adhuc ſubtilior illa rerum diſſolutrix, putredo, utique dividendo particulas corporum, nigra omnia efficiant: item exiguæ admodum corporum nigrorum portiones corpora alia, ad quæ applicentur, colore nigro facillime & copioſe inficiant; minutiſſimis nimirum horum corporum particulis, quæ eſt ingens earum multitudo, facillime ſe in craſſiores aliorum corporum particulas ſuperinducentibus: item vitrum cum arena ſuper lamina cuprea enixius attritum, uſquedum id perpolitum fiat; reddat & arenam, & ſimul intertrimentum vitri ac cupri, valde nigra: item corpora nigra, in lumine Solis, omnium facillime calefiant & comburantur, (qui quidem effectus partim ex multitudine refractionum in anguſto ſpatio factarum, partim ex faciliori particularum tam exiguarum commotione, oriri poteſt;) & denique qui fiat, ut corpora nigra plerunque ad colorem ſubcæruleum accedant aliquantum; (id enim revera ita ſe habere, apparere poterit ex eo, quod charta alba, illuminata lumine a corporibus nigris reflexo, colore albo ſubcæruleo plerunque videatur:) hoc autem inde fit, quod nigror confinis ſit cæruleo obſcuro primi ordinis in obſervatione XVIII. deſcripto; ac proinde plures radios qui ſint illo, quam alio ullo colore, reflectat.

In hiſce deſcriptionibus, res ſingulatim & enucleatius expendere volui; propterea

rea quod fieri forte poterit aliquando, (ſi non etiam nunc quadantenus id effectum ſit) ut microſcopia eo perfectionis perducantur, ut diſcerni in illis queant particulæ corporum eæ, ex quibus colores ipſorum pendeant. Etenim ſi microſcopia vel jam ſunt, vel poſthac poterunt eſſe eo perfectionis perducta, ut corpora objecta ſatis diſtincte repræſentare queant quingentis vel ſexcentis partibus ampliora, quam quanta nudis oculis, intervallo pedis unius objecta, apparere ſolent; equidem ſperem futurum, ut grandiores particularum illarum, ex quibus colores corporum pendent, diſcernere poſſimus. Quinimo ſi conſtrui queat microſcopium, quod corpora objecta ad ter vel quater millies vero ampliora exhibeat; poſſint fortaſſe eæ omnes oculis cerni particulæ, exceptis quæ nigrorem efficiant. Interea nihil video ullius quidem momenti in hac materia, quod in dubium juſte vocari queat; niſi id forte dubitationem aliquam habere videatur, quod ſtatuerim particulas pellucidas, quæ eadem craſſitudine & denſitate ſint ac tenuis lamella, exhibere utique & eoſdem colores. Jam vero hoc laxe quodammodo accipi velim; tum quia particulæ iſtæ poſſunt figuris eſſe irregularibus, multique radii oblique in eas incidant neceſſe eſt, adeoque per eas breviori trajectu, quam ſecundum diametros ipſarum, tranſmitti debeant; tum quia medii intra iſtiuſmodi particulas coarctati & undique anguſte contenti, motus fortaſſe aliæve qualitates, ex quibus reflexio pendeat, coarctatione illa immutari poſſunt nonnihil. Et tamen hanc poſteriorem cauſam non equidem multum ſuſpicari poſſum; cum obſervaverim parvas quaſdam lamellas lapidis ſpecularis, quæ æquabili eſſent craſſitudine, per microſcopium inſpectas, colorem eundem a marginibus & angulis ſuis, ubi incluſum medium terminabatur, ac in aliis ſui partibus exhibuiſſe. Verum, utcunque id ſit, permultum nobis ad dubitationem omnem tollendam conferet, ſi particulæ jam dictæ microſcopiis tandem diſcerni queant. Quod fieri ſi poterit aliquando, metuo equidem ut unquam ſenſus videndi poſſit inde ulterius penetrare. Videtur enim fieri nullo modo poſſe, ut cernamus ſecretiora & nobiliora opera naturæ intra ipſas particulas; utique propter nimiam pelluciditatem lumen omne in interioribus ſui partibus tranſmittentes.

PROPOSITIO VIII.

Reflexionis cauſa non attribuenda eſt impactioni luminis in partes corporum ſolidas ſive impervias quomodo uſque antehac creditum fuit.

Apparebit hoc ex ſequentibus conſiderationibus. Primo, In tranſmiſſu luminis e vitro in aerem, reflexio fit æque fortis, ac in tranſmiſſu ejus ex aere in vitrum; imo vero, fortior aliquanto; multoque etiam adhuc fortior, quam in tranſmiſſu ejus e vitro in aquam. Jam quidem aerem partes lumini fortius reflectendo aptas, quam aquam aut vitrum, habere; id vero nullam habet ſimilitudinem veri. Neque tamen, ſi illud ipſum fingi utique poſſet, quicquam omnino inde porro conficeretur. Nam quum aer omnis ſubmotus ſit a poſteriore vitri ſuperficie, (puta in machina pneumatica, ab *Ottone Guericko* inventa, & a noſtrate D. *Boyleo* ad majorem utilitatem perfecta;) reflexio tamen fit æque fortis, vel etiam fortior aliquanto, quam antequam is ſubmoveretur.

Secundo, Si lumen inter tranſeundum e vitro in aerem, incidat obliquius quam in angulo graduum 40 vel 41, reflectitur id in totum; ſin incidat minus oblique, tranſmittitur utique maximam partem. Jam quidem animo & cogitatione fingi non poteſt; lumen, uno quodam obliquitatis gradu, ſatis quidem multos in aere offendere poſſe meatus, per quos id maximam plane partem tranſmittatur; & tamen alio obliquitatis gradu, prorſus in nil niſi partes ſolidas incurrere, quibus id totum reflectatur: præſertim cum in tranſeundo quidem contra ex aere in vitrum, quantumvis oblique id incidat, inveniat tamen in vitro ſatis multos meatus, per quos magna ex parte tranſmittatur. Siquis porro hic illud ſibi fingere volet; lumen non utique ab aere, ſed ab extremis vitri partibus, in ipſa ſuperficie ejus ſitis, reflecti; dif-

difficultas tamen eadem manebit : præterquam quod ea ſuppoſitio neque intellectu capi poteſt, atque etiam plane falſa eſſe inſuper apparebit, ſi aqua modo, loco aeris, poſt vitrum aliqua in parte apponatur. Etenim eo pacto ; quum idonea ſit facta obliquitas radiorum, puta graduum 45 vel 46, qua nimirum ii reflectantur omnes illo in loco, ubi aer vitro adjaceat ; utique tranſmittentur magnam quidem partem altero in loco, ubi vitro adjaceat aqua. Ex quo apparet, reflexionem vel tranſmiſſum radiorum, non ex impactione ipſorum in partes vitri, ſed ex conſtitutione aeris & aquæ poſt vitrum jacentis, pendere.

Tertio, Si colores, quos radius luminis per priſma ad foramen in cubiculo tenebricoſo poſitum trajectus exhibeat, incidant deinceps ſuo quiſque ordine in aliud priſma majori interjecto intervallo ita collocatum, ut id eos omnes conſimili obliquitate excipiat ; utique ſecundi illius priſmatis ad radios ſibi incidentes ea poterit eſſe facta inclinatio, ut radii cærulei inde reflectantur univerſi, & tamen rubri (eadem plane obliquitate incidentes) ſatis copioſe tranſmittantur. Jam, ſi reflexio efficiatur impactione radiorum in partes aeris aut vitri ; id mihi exinde oſtendas velim, qui fiat ut, cum radii omnes una eademque obliquitate incidere ponantur ; cærulei quidem ſe in partes iſtas impingant univerſi, adeoque omnes reflectantur ; & tamen rubri eodem loci in ſatis multos meatus incurrant, quo tranſmittantur plurimi.

Quarto, Ubi duo vitra ſe contingunt inter ſe ; nulla fit reflexio, quæ quidem ſenſu percipi poſſit ; uti in prima obſervatione dictum eſt. Et tamen nihil cauſæ video, quominus radii impingere ſe debeant perinde in partes vitri vitro contiguas, ac contiguas aeri.

Quinto, Cum ſummitas bullæ aquæ, (in XVII. obſervatione,) continua ſubſidentia & exhalatione aquæ, valde tenuis erat facta ; lumen perexiguum adeo, & ſub ſenſum vix cadens, inde reflectebatur, ut ea valde nigra appareret ; quanquam eodem quidem tempore, in partibus circumcirca maculæ iſti nigræ adjacentibus, ubi videlicet craſſior erat aqua, reflexio adeo fortis erat, ut aquam valde albam exhiberet. Neque vero in minima ſolummodo craſſitudine, verum etiam in aliis permultis tenuium laminarum vel bullarum craſſitudinibus continua proportione excreſcentibus, abeſt omnis ſenſibilis reflexio : nam in obſervatione XV. radii uno eodemque colore, tranſmittebantur in una craſſitudine, & in alia reflectebantur, per innumerabiles vices alternas. Attamen in ſuperficie corporis tenuis, qua parte id unius cujuſvis ſit craſſitudinis, omnino nihilo pauciores ſunt partes in quas radii ſe impingant, quam qua parte id alia quavis ſit craſſitudine.

Sexto, Si reflexio efficeretur impactione radiorum in ipſas partes corporum ; utique nullo pacto fieri poſſet, ut tenues laminæ vel bullæ una eademque ſui parte reflecterent radios uno colore, & tranſmitterent radios alio colore ; quomodo faciunt in obſervationibus XIII. & XV. Neque enim ullo modo concipi aut fingi poteſt, caſu & fortuito ita evenire poſſe, ut alio in loco radii cærulei (exempli gratia) in ipſas corporis partes ſe impingant, & rubri omnes incurrant in meatus ; alio autem in loco, ubi corpus vel paulo craſſius vel paulo tenuius fuerit, jam e contrario radii cærulei incurrant in meatus ejus, rubri autem impingant ſe in ipſas partes.

Denique, Si radii luminis reflecterentur impingendo ſe in ſolidas corporum partes ; reflexiones eorum a politis corporum ſuperficiebus, non poſſent eſſe tam accuratæ tamque ad certam normam directæ, quam reapſe ſunt. Etenim quum vitrum arena, vel ſtanno uſto, vel pulvere Samio politur ; exiſtimari utique non poteſt, corpora ea, perfricando & atterendo vitrum, efficere poſſe ut minimæ ipſius particulæ accurate leves & perpolitæ fiant univerſæ ; adeo ut ſuperficies earum omnes vere ſint planæ, aut vere ſphæricæ, eodemque omnes ſpectent, unamque omnes plane æquabilem conſtituant ſuperficiem. Quanto minores erunt particulæ pulverum iſtorum ; tanto minores quidem eſſe debebunt raſuræ, quibus ii vitrum perpetuo interradent & atterent, uſquedum id expolitum ſit : verum, quantumvis exiguæ illæ fue-

fuerint, non poterunt tamen vitri faciem alia ulla ratione complanare & coæquare, quam deterendo id & deradendo, & partes ejus prominentes defricando; adeo ut perpolire vitrum, nihil aliud ſit niſi aſperitatem ejus eatenus adradendo minuere & lævigare, quoad raſuræ in ſuperficie ipſius minutiores ſint factæ, quam ut oculis cerni queant. Quare, ſi lumen reflecteretur impingendo ſe in ſolidas partes vitri; utique diſpergi deberet id quaquaverſum a vitro accuratiſſime perpolitó, æque ac ab aſperrimo. Manet itaque quæſtio illa, nondum plane expedita; qui fiat ut vitrum pulveribus adradentibus expolitum, tamen lumen tam ad certam normam reflectat, quam revera facit. Atque hæc quidem quæſtio non videtur aliter expediri poſſe, quam ſi dicamus radii cujuſvis reflexionem effici, non utique ab uno corporis reflectentis puncto, ſed vi aliqua per totam corporis ſuperficiem æquabiliter diffuſa; qua nimirum id in radium ita agat, ut tamen illum non contingat immediate. Nam corporum partes, interjecto licet aliquo intervallo, agere tamen in radios luminis; id vero deinceps oſtendetur.

Jam autem, ſi luminis reflexionis cauſa, non impactioni radiorum in ſolidas corporum partes, ſed alii alicui rei tribuenda eſt; erit porro illud exinde veriſimillimum, qui radii impingant ſe in ſolidas corporum partes, utique non reflecti eos, ſed reſtingui intra ipſa corpora & intercidere penitus. Alioqui enim duo nobis eſſent fingenda reflexionis genera. Et vero, ſi reflecterentur radii, quotquot ſe in interiores aquæ vel cryſtalli pellucidæ particulas impingant; forent ſane corpora iſta, non pellucida plane, ſed colore nubilo ac eluto. Porro, quo corpora videantur nigra, neceſſe eſt ut permulti radii intercipiantur, reſtinguantur, & intra ipſa intercidant; veri autem non videtur ſimile, radiorum ullos reſtingui & intercidere poſſe, niſi qui in ipſas corporum partes ſeſe impingant.

Atque hinc quidem id inſuper intelligi poteſt, corpora multo eſſe rariora, multoque plures intra ſe meatus habere, quam vulgo exiſtimatur. Utique aqua 19 partibus levior eſt, & conſequenter 19 partibus rarior, quam aurum. Aurum autem ipſum tam eſt rarum, ut & facillime nulloque objecto impedimento effluvia magnetica per ſe tranſmittat, & argentum vivum facile in meatus ſuos recipiat, & ipſam etiam aquam per ſe tranſmittat. Nam globus ex auro concavus, aqua repletus, ac probe ferruminatus, & deinceps magna vi compreſſus, exſudavit aquam, (uti ex teſte oculato quidem accepi,) & innumeris guttulis exiguis tanquam rorulentus undique ſtillavit; tametſi aurum ipſum interea nihil omnino rimæ egerit. Ex quibus omnibus efficitur, ut aurum plus habeat meatuum inter partes ſuas ſolidas, quam partium ſolidarum quibus meatus interjacent; & conſequenter ſpatium vacuum in meatibus aquæ, ſpatium partibus ſolidis occupatum amplius quadragies ſuperet. Et quicunque hypotheſin aliquam excogitaverit, qua aqua tam queat rara eſſe, nec tamen ulla vi comprimi poſſit; poterit is ſane, ex eadem hypotheſi, aurum & aquam, aliaque omnia corpora, tanto adhuc rariora, quantum ſibi ipſi libuerit, effingere. Adeo ut jam ſatis admodum ſit ſpatii in corporibus omnibus pellucidis, qua lumen tranſitum ſibi per ea liberum atque apertum reperiat.

Magnes virtutem qua in ferrum agit, ſine ulla diminutione aut alteratione, integram tranſmittit per corpora omnia non magnetica, nec candentia; ut aurum, argentum, plumbum, vitrum, aquam. Vis gravitans Solis tranſmittitur integra per ingentia planetarum corpora; ita ut eadem vi eiſdemque legibus, ad ipſa uſque centra, in omnes eorum partes agat, ac ſi partes illæ interiores reliquo planetæ corpore non eſſent circundatæ. Et radii luminis, ſive ſint illi exigua projecta corpuſcula, ſive motus ſolummodo vel vis aliqua propagata, moventur in lineis rectis; radiuſque, cum ſemel, cujuſvis rei oppoſitu, de via deflectatur, nunquam iterum, niſi forte caſu aliquo, in eandem lineam rectam reverti poterit: attamen lumen per ſolida corpora pellucida in lineis rectis ad longa uſque intervalla tranſmittitur. Qui fieri queat, ut corpora ſatis habeant meatuum ad hos effectus obtinendos, difficile quidem eſt conceptu; at nequaquam impoſſibile. Etenim, ut ſupra expoſitum eſt, colores corporum oriuntur ex eo, quod particulæ ipſorum reflecten-

tes,

Digitized by Google

tes, certis ſint magnitudinibus. Jam ſi particulas iſtas ita diſpoſitas concipiamus, ut inter eas tantum intervallorum ſive meatuum interjaceat, quantum ſint ipſæ particulæ; ipſaſque porro ita ex aliis multo minoribus particulis compoſitas eſſe, ut minores illæ particulæ habeant & ipſæ interjectum ſibi meatuum tantum, quantum ſunt ipſæ particulæ; haſque ipſas ſimiliter, ita ex aliis multo adhuc minoribus particulis compoſitas eſſe, ut illæ adhuc minores particulæ habeant & ipſæ interjectum ſibi meatuum tantum, quantum ſunt ipſæ particulæ; & ſic deinceps, donec ad ſolidas demum particulas deveniatur, quæ nullos omnino habeant in ſe meatus: ſintque in aliquo corpore tres, puta, hujuſmodi particularum gradus; quorum ultimus ſit earum, quæ minimæ ſint & plane ſolidæ: utique id corpus ſepties tantum habebit meatuum, quam quantum partium ſolidarum. Quod ſi quatuor hujuſmodi fuerint particularum gradus, quorum ultimus ſit minimarum & plane ſolidarum; jam corpus decies & quinquies tantum habebit meatuum, quam quantum partium ſolidarum. Si quinque fuerint particularum gradus; corpus tricies & ſemel tantum habebit meatuum, quam quantum partium ſolidarum. Si ſex gradus; corpus ſexagies & ter tantum habebit meatuum, quam quantum partium ſolidarum: & ſic deinceps. Quin etiam aliæ adhuc eſſe poſſunt in interiori corporum fabricatione nobis nondum cognita rationes, quibus effici queat ut multo etiam adhuc plus meatuum in corporibus ineſſe poſſit.

PROPOSITIO IX.

Corpora reflectunt & refringunt lumen una eademque vi, diverſe in diverſis circumſtantiis ſe exerente.

APparet hoc permultis ex rebus. Primo, Quia cum lumen e vitro in aerem qua poſſit ſumma cum obliquitate tranſit; ſi jam deinceps paulo adhuc obliquius incidat, reflectitur continuo in totum. Etenim vitri vis, poſtquam refregerit lumen quam potuerit obliquiſſime; ſi id deinceps adhuc obliquius incidat, fortior exinde evadet, quam ut radiorum ullos tranſire permittat; & conſequenter reflectit eos ex toto. Secundo, Quia lumen in tenuibus vitri lamellis reflectitur per multas vices & tranſmittitur alternis, pro eo ac craſſitudo lamellæ in progreſſione arithmetica excreſcat. Hic enim, utrum vis qua vitrum in lumen agit, efficiat ut id reflectatur, an vero ut tranſmittatur permittat, pendet utique ex craſſitudine vitri. Tertio denique, Quia quæ corporum pellucidorum ſuperficies vim refringentem maximam habent, eæ itidem plurimum luminis reflectunt; quomodo in prima propoſitione oſtenſum eſt.

PROPOSITIO X.

Si lumen celerius ſit in corporibus quam in inani, ea proportione, quæ eſt ſinuum qui corporum refractionem metiuntur; erunt utique vires corporum ad reflectendum & refringendum lumen, proportionales corporum ipſorum denſitatibus quamproxime; excepto quod corpora unctuoſa & ſulphuroſa, refringant plus quam alia corpora, quæ ſint eadem denſitate.

REpræſentet A B, (*Fig.* 8. *Tab. II.*) corporis cujuſvis ſuperficiem planam refringentem; & I C, radium incidentem ei in C valde oblique; adeo ut angulus A C I ſit quaſi infinite parvus; & eſto C R radius refractus. Tum a dato puncto B, demitte lineam refringenti ſuperficiei perpendicularem B R, quæ radio refracto C R occurrat in R. Jamque ſi C R repræſentet motum radii refracti; iſte autem motus diſtinguatur in binos motus C B & B R, quorum quidem C B parallelus ſit plano refringenti, B R autem eidem perpendicularis; utique C B repræſentabit motum incidentis radii, B R autem motum refractione generatum; ſicuti expoſuerunt nuperi de re optica ſcriptores.

O Jam

Digitized by Google

Jam ſiquod corpus, vel res quæcunque, interea dum movetur per ſpatium datæ latitudinis duobuſque planis inter ſe parallelis utrinque terminatum, urgeatur prorſum in omnibus partibus iſtius ſpatii, viribus directo verſus poſterius planum tendentibus; & antequam incideret in prius planum, motu vel nullo vel infinite parvo fuerit eo verſus delatum: ſique vires in omnibus partibus iſtius ſpatii inter bina plana jacentibus, ſint, in æqualibus quidem intervallis ab iſtis planis, æquales inter ſe; in inæqualibus autem intervallis, majores vel minores ſecundum quamlibet datam proportionem: Utique motus viribus iſtis generatus in toto tranſitu corporis vel rei antedictæ per id ſpatium, erit in ſubduplicata proportione virium; ut mathematici facile quidem intelligent. Quamobrem ſi ſpatium activitatis refringentis ſuperficiei cujuſvis corporis, ſit nimirum illud ſpatium; debebit motus radii luminis, generatus vi refringente corporis inter tranſitum radii per id ſpatium, hoc eſt motus B R, eſſe in ſubduplicata proportione iſtius vis refringentis. Erit itaque quadratum lineæ B R, & conſequenter vis refringens corporis, ut denſitas ipſius corporis quamproxime. Hoc autem apparebit ex ſequenti tabula: in qua proportio ſinuum, qui diverſorum corporum refractiones metiuntur; quadratum lineæ B R, poſito quod C B ſit 1; denſitates corporum, ex ſpecifica ipſorum gravitate æſtimatæ; eorumque vis refractiva, reſpectu denſitatum ſuarum; in diverſis columnis deſcripta ſunt.

Corpora

Corpora refringentia.	*Proportio ſinuum incidentiæ & refractionis luminis flavi.*	*Quadratum lineæ* B R, *cui proportionalis eſt vis refringens corporis.*	*Denſitas & ſpecifica gravitas corporis.*	*Vis refringens corporis, reſpectu denſitatis ſuæ.*
Pſeudo-topazius, lapis naturalis, pellucidus, fragilis, hirſutus, & coloris flavi.	23 ad 14	1'699	4'27	3979
Aer.	3201 ad 3200	0'000625	0'0012	5208
Vitrum antimonii.	17 ad 9	2'568	5'28	4864
Selenites.	61 ad 41	1'213	2'252	5386
Vitrum commune.	31 ad 20	1'4025	2'58	5436
Cryſtallus de rupe.	25 ad 16	1'445	2'65	5450
Cryſtallus Iſlandica.	5 ad 3	1'778	2'72	6536
Sal Gemmæ.	17 ad 11	1'388	2'143	6477
Alumen.	35 ad 24	1'1267	1'714	6570
Borax.	22 ad 15	1'1511	1'714	6716
Nitrum.	32 ad 21	1'345	1'9	7079
Vitriol. Dantzicum.	303 ad 200	1'295	1'715	7551
Oleum vitrioli.	10 ad 7	1'041	1'7	6124
Aqua pluvia.	529 ad 396	0'7845	1.	7845
Gummi arabicum.	31 ad 21	1'179	1'375	8574
Spiritus vini rectificatus.	100 ad 73	0'8765	0'866	10121
Camphora.	3 ad 2	1'25	0'996	12551
Olivum.	22 ad 15	1'1511	0'913	12607
Oleum ex lini ſemine.	40 ad 27	1'1948	0'932	12819
Spiritus reſinæ terebinthinæ.	25 ad 17	1'1626	0'874	13222
Electrum.	14 ad 9	1'42	1'04	13654
Adamas.	100 ad 41	4'949	3'4	14556

Refractio aeris in hac tabula, eſt refractio atmoſphæræ ab Aſtronomis obſervata. Nam ſi lumen tranſeat per multa refringentia corpora, ſive media, gradatim invicem denſiora, & ſuperficiebus inter ſe parallelis terminata; utique ſumma omnium refractionum, æqualis erit uni refractioni ei, quæ eſſet futura luminis immediate e primo medio in ultimum tanſeuntis. Hocque perinde verum erit; etiamſi corporum refringentium numerus adaugeatur infinite, eorumque diſtantiæ inter ſe tantundem minuantur, adeo ut lumen jam refringi fingatur in ſingulis trajectus ſui punctis, continuiſque illis refractionibus in lineam plane curvam inflectatur. Quamobrem tota refractio luminis inter tranſeundum per atmoſphæram ab altiſſima & rariſſima ejus parte ad uſque infimam & denſiſſimam, æqualis eſſe debet refractioni ei, quæ eſſet futura luminis ſimili obliquitate tranſeuntis immediate ex inani in aerem qui ſit pari denſitate ac infima pars atmoſphæræ.

Jam quidem ex hac tabula, ſi refractiones pſeudo-topazii, ſelenitis, cryſtalli de rupe, cryſtalli Islandicæ, vitri communis, (hoc eſt, arenæ colliquefactæ,) & vitri antimonii, (quæ ſunt concreta terreſtria, lapidea, alcalizata;) atque aeris, (qui, ut probabile eſt, generatur fermentatione ex iſtiuſmodi corporibus;) comparentur inter ſe: apparebit corpora iſta, quamvis denſitate valde inter ſe differentia, tamen vires habere refractivas eadem fere proportione inter ſe, ac ipſas denſitates ſuas; (excepto quod refractio miræ illius ſubſtantiæ, cryſtalli Islandicæ, paulo major ſit quam reliquorum:) & nominatim aerem, qui eſt 3500 partibus rarior quam pſeudo-topazius, & 4400 partibus rarior quam vitrum antimonii, & 2000 partibus rarior quam ſelenitis, vitrum commune, aut cryſtallus de rupe; non obſtante tanta illa raritate, vim tamen refractivam, pro ratione quidem denſitatis ſuæ, eandem plane habere, ac habent ſibi illæ valde denſæ ſubſtantiæ; excepto quatenus iſtæ quidem differant inter ſe.

Rurſum, ſi refractiones camphoræ, olivi, olei ex lini ſemine, ſpiritus reſinæ terebinthinæ, & electri, (quæ ſunt corpora pinguia, ſulphurea, unctuoſa;) atque adamantis, (qui, ut probabile eſt, ſubſtantia eſt unctuoſa coagulata,) comparentur itidem inter ſe: apparebit ſimiliter hæc quoque corpora vires habere refractivas eadem fere proportione inter ſe, ac ipſas denſitates ſuas; ſine ulla quidem variatione notatu digna. At vero vires illæ refractivæ corporum horum omnium unctuoſorum, pro ſuæ quidem cujuſque denſitatis ratione, duplo vel triplo majores ſunt, quam vires refractivæ corporum antedictorum cum ſuis itidem ſingulorum denſitatibus comparatæ.

Aqua vim refractivam intermediam quandam habet inter bina illa ſubſtantiarum genera; &, ut veriſimile eſt, mediæ eſt inter utrunque naturæ. Nam ex ea quidem oritur plantarum omnium animaliumque materia; quæ conſtant tam ex partibus ſulphureis, pinguibus, & flammæ concipiendæ aptis, quam ex terreſtribus, macris, & alcalizatis.

Sales & vitriola vires refractivas intermedias habent, inter corporum terreſtrium & aquæ; & perinde compoſita ſunt ex duabus iſtis ſubſtantiis. Nam ſpiritus ipſorum diſtillando utique & rectificando, abeunt magnam partem in aquam; pars autem magna ſupereſt, ſpecie ac forma terræ ſiccæ & fixæ & ad vitrificandum aptæ.

Spiritus vini vim refractivam mediam habet inter eam quæ eſt aquæ, & eam quæ eſt corporum oleoſorum; & perinde ex utriſque videtur compoſitus, fermentatione utique in unum conjunctis; aqua nimirum, ope ſpirituum quorundam ſalinorum quibus imbuta eſt, diſſolvente oleum, idque per iſtam actionem volatizante. Etenim ſpiritus vini, flammæ concipiendæ aptus fit per partes ſuas oleoſas; & diſtillatus ſæpe ex ſale tartari, fit ſingulis diſtillationibus magis magiſque aquoſus & phlegmatis plenus. Et chymici obſervant, herbas (ut lavendulam, rutam, majoranam, &c.) diſtillatas per ſe, ante fermentandum dare utique olea ſine ſpiritibus ardentibus; poſt fermentandum autem, ſpiritus ardentes ſine oleis: ex quo apparet, oleum ipſarum converti in ſpiritum fermentatione. Præterea comperiunt chymici, ſi olea

ſi olea herbis fermentantibus affundantur parva portione, diſtillare ea deinceps poſt fermentandum, ſpecie ac forma ſpirituum.

Ita, ex tabula præcedente, videntur corpora omnia vires habere refractivas eadem aut fere eadem proportione inter ſe, ac ipſas denſitates ſuas; excepto quatenus particularum ſulphurearum oleoſarumque abundantia vel defectu, vis ea adaucta ſit vel imminuta. Atque hinc quidem rationi videtur conſentaneum, ut corporum omnium vis refractivæ cauſam, particulis ſuis ſulphureis maxima ſane ex parte, ſi non etiam in totum, attribuamus. Veri enim ſimillimum eſt, ineſſe in omnibus corporibus partes ſulphureas; in aliis quidem majori portione, in aliis minori. Ut autem lumen vitro uſtorio coactum, agit fortiſſime in corpora ſulphuroſa, quo ea in ignem & flammam convertantur; ſic, quando omnis quidem actio eſt reciproca, ſulphura agere debent fortiſſime itidem in radios luminis. Nam actionem quidem, quæ eſt inter lumen & corpora, reciprocam eſſe, etiam vel hinc apparere poterit; quod, ut quodque corpus denſiſſimum eſt, radioſque fortiſſime refringit & reflectit; ita ipſum in Sole æſtivo, actione luminis refracti vel reflexi, itidem maxime caleſiat.

Hactenus vim reflectendi & refringendi, quæ in corporibus ineſt, expoſui; oſtendique tenues pellucidas lamellas, fibras, ac particulas, pro ſua cujuſque craſſitudine, ac denſitate, reflectere quidem radios diverſorum generum, indeque varios colores exhibere; & conſequenter, ad producendos omnes corporum naturalium colores, nihil utique aliud opus eſſe, niſi certas particularum ſuarum pellucentium magnitudines ac denſitates. Verum cauſa ac ratio efficiens, qua iſtæ lamellæ, fibræ, ſive particulæ, pro ſua quidem cujuſque craſſitudine ac denſitate, reflectant eo pacto radios diverſorum generum; ea demum quæ ſit, nondum explicavi. Ut huic igitur rei deinceps explicandæ, & ſequenti hujus libri parti intelligendæ, viam porro ſternam; paucas amplius propoſitiones ſub finem hujus partis hic apponam. Quæ hactenus propoſitæ fuerunt, erant de corporum quidem natura; quæ ſequuntur deinceps, erunt de natura luminis: nam amborum quidem naturam probe intellectam oportet, antequam actiones ipſorum mutuæ quibus ex cauſis pendeant, intelligi queat. Quoniam autem propoſitio proxime antecedens pendebat de velocitate luminis; congruum erit ut incipiamus jam deinceps a propoſitione, quæ ſit de eadem adhuc luminis proprietate.

PROPOSITIO XI.

Lumen propagatur ſpatio temporis, a corporibus lucidis; impenditque in tranſitu ſuo de Sole in Terram, ad ſeptem circiter vel octo minuta.

OBſervavit hoc primus, *Roemerus*; deinde & alii; ope eclipſium Jovis ſatellitum. Iſtæ enim eclipſes, quum Terra inter Solem & Jovem interpoſita ſit, accidunt circiter ſeptem vel octo minutis citius; quam ſecundum tabulas accidere debent; quum autem Terra ſit ex adverſo Jovi ultra Solem oppoſita, tum illæ circiter ſeptem vel octo minutis tardius, quam ſecundum tabulas, accidunt: ea videlicet de cauſa, quod lumen ſatellitum in poſteriori caſu, ſpatium tota orbis magni diametro longius, quam in caſu priori, emetiatur. Poterunt quidem aliquæ inæqualitates temporis, ex orbium iſtorum ſatellitum excentricitatibus oriri; at vero eæ non poterunt in omnibus ſatellitibus, & in omnibus temporibus, reſpondere poſitioni & diſtantiæ Telluris a Sole. Præterea, medii quidem motus ſatellitum Jovis, celeriores ſunt inter deſcenſum ejus ab aphelio ſuo ad perihelium, quam inter aſcenſum ejus in altera orbis ſui parte: verum neque hæc inæqualitas quicquam omnino conjuncta eſt cum poſitione Terræ; ipſaque inſuper, in tribus interioribus quidem ſatellitibus, minor eſt quam quæ ſenſu percipi queat, uti, ex gravitatis ipſorum theoria, poſito calculo, comperi.

PRO-

PROPOSITIO XII.

Omnis radius luminis in tranſmiſſu ſuo per quamlibet ſuperficiem refringentem, nanciſcitur conſtitutionem quandam ſeu diſpoſitionem tranſitoriam, quæ in radii progreſſu æqualibus revertitur intervallis, efficitque ut is in ſingulis diſpoſitionis iſtius acceſſibus, tranſmittatur facilius per ſuperficiem refringentem proxime deinceps objectam; in ſingulis autem ejuſdem intermiſſibus ſive intervallis, reflectatur facilius ab ejuſmodi ſuperficie.

APparet hoc ex obſervationibus V. IX. XII. & XV. Liquet enim ex iſtis obſervationibus, radios unius ejuſdemque generis, in tenuem quamlibet & pellucidam lamellam æqualibus plane angulis incidentes, reflecti & tranſmitti alternis per multas vices, prout craſſitudo lamellæ adaucta ſit in progreſſione arithmetica numerorum 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, &c. Adeo ut, ſi prima reflexio (qua nimirum annulorum coloratorum ibi deſcriptorum primus ſive intimus efficitur) fiat in craſſitudine 1, futurum ſit ut radii tranſmittantur, in craſſitudinibus 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c.; eoque pacto maculam centralem annuloſque lucidos per tranſmiſſionem viſos conforment: reflectantur autem in craſſitudinibus 1, 3, 5, 7, 9, 11, &c. eoque pacto effingant annulos per reflexionem viſos. Atque hæc quidem alterna reflexio ac tranſmiſſio, quomodo ex XXIV. quidem obſervatione collegi, amplius centenas vices adimplent. Immo, ex obſervationibus in ſequenti parte hujus libri deſcribendis, vices ſuas alternant ad plura millia; propagatæ nimirum ab una ſuperficie laminæ vitreæ ad alteram, quamvis craſſitudo ejus ſit amplius $\frac{1}{4}$ unciæ: adeo ut vices hæ alternæ, revera in omnem diſtantiam, ſine fine aut limite, ab omni ſuperficie refringente, propagari videantur.

Pendet hæc alterna reflexio ac refractio, ab utraque ſuperficie cujuſque tenuis lamellæ; pendet enim ex diſtantia ipſarum inter ſe. Item in obſervatione XXI. ſi alterutra ſuperficies tenuis lamellæ lapidis ſpecularis madefiat; colores alterna reflexione ac refractione exhibiti, langueſcunt continuo; ac proinde reflexio illa & refractio alterna, pendet ex ambabus ſuperficiebus.

Atque hinc porro conſequens eſt, effici eam in ſecunda ſuperficie. Si enim in prima ſuperficie efficeretur, antequam radii ad ſecundam pervenirent; utique non penderet ex ſecunda.

Adhæc, pendet quodam modo ex actione vel diſpoſitione aliqua, propagata a prima ſuperficie ad ſecundam: alioqui enim, jam in ſecunda ſuperficie, non penderet ex prima. Ea autem actio ſive diſpoſitio ita propagatur, ut æquis perpetuo intermittat & revertatur intervallis: efficit enim in omni progreſſu ſuo, ut radius, certa interjecta diſtantia a prima ſuperficie, reflectatur ex ſecunda; alia autem interjecta diſtantia, tranſmittatur: idque æqualibus intervallis, & per innumeras vices. Denique, quoniam hæc diſpoſitio radii ita eſt comparata, ut is reflectatur in diſtantiis 1, 3, 5, 7, 9, &c.; tranſmittatur autem in diſtantiis 0, 2, 4, 6, 8, 10, &c.; (nam ejus tranſmiſſio per primam ſuperficiem, fit in diſtantia 0; & tranſmittitur is per ambas quidem ſimul, ſi illarum diſtantia inter ſe ſit infinite parva, vel etiam multo minor quam 1:) ideo diſpoſitio ea, qua fit ut radius tranſmittatur in diſtantiis 2, 4, 6, 8, 10, &c. exiſtimanda eſt reverſio ejuſdem diſpoſitionis, quam habebat is initio in diſtantia 0, hoc eſt, cum tranſmitteretur per primam ſuperficiem refringentem. Quæ quidem omnia id efficiunt, quod erat mihi comprobandum.

Actio autem hæc ſive diſpoſitio, qualis tandem ſit; utrum conſiſtat in motu quodam circulatorio, an vibratorio, radii ipſius, vel etiam medii; an plane alia aliqua ex cauſa pendeat; in id vero ego hic non inquiro. Qui hoc in animum ſuum inducere non poſſunt, ut quicquam novi aut recens inventi accipiant, quod nequeant continuo hypotheſi aliqua explicare; his in præſentia illud quidem ſibi fingere lice-

licebit. Ut lapides in aquam incidentes, excitant in aqua motum quendam undulantem; & corpora omnia, percuſſu ſuo, vibrationes cient in aere: ita radios luminis, impingendo ſe in ſuperficiem quamlibet refringentem vel reflectentem, excitare ſcilicet vibrationes quaſdam in medio ſive ſubſtantia refringente vel reflectente; eaſque excitando, agitare utique partes ſolidas corporis refringentis vel reflectentis; eoque pacto efficere, ut corpus id quodammodo incaleſcat: porro, vibrationes hoc modo excitatas, propagari inde in medio ſive ſubſtantia refringente vel reflectente, eodem fere modo ac vibrationes ad efficiendum ſonum propagantur in aere; moverique eas velocius utique quam ipſos radios, adeo ut illos antevertant: cumque radius aliquis ſit in ea videlicet vibrationis parte, quæ cum motu ſuo conſpiret; tum eum per ſuperficiem refringentem facile tranſmitti: cum autem ſit in contraria vibrationis parte, quæ ſcilicet motui ſuo obſiſtat; tum eum facile reflecti: & conſequenter radium unumquemque ita eſſe comparatum, ut, vibrationibus ſingulis eum prævertentibus, reflectatur is facilius, vel facilius tranſmittatur, vicibus alternis. Verum, utrum hæc hypotheſis vera ſit necne; in id, inquam, ego hic non inquiro. Satis habebo, illud ipſum jam inveniſſe; utique luminis radios ita eſſe comparatos, ut aliqua ex cauſa alternatim reflectantur facilius, & facilius refringantur, per multas vices.

DEFINITIO.

Acceſſus ſive reverſiones diſpoſitionis iſtius; qua ſit ut quilibet radius facilius reflectatur, appello ejus vices facilioris reflexionis: *Reverſiones autem diſpoſitionis iſtius, qua ſit ut idem facilius tranſmittatur, appello ejus* vices facilioris tranſmiſſus: *Et ſpatium quod inter ſingulas ejuſdem vicis reverſiones intercedit, appello* intervallum vicium.

PROPOSITIO XIII.

Cauſa, quamobrem ſuperficies corporum omnium craſſorum pellucentium, luminis ſibi incidentis partim reflectant, partim refringant, hæc eſt; quod radiorum alii, quo tempore incidunt, ſint in vicibus facilioris reflexionis; alii autem, in vicibus facilioris tranſmiſſus.

COlligi poteſt hoc ex XXIV. obſervatione; ubi lumen tenuibus aeris & vitri laminis reflexum, quod nudo oculo æquabiliter in totis laminis album fuerat viſum, in eiſdem tamen per priſma inſpectis undulatum videbatur, & in permultos lucis ac tenebrarum ordines pro alternis facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus vicibus digeſtum: priſmate nimirum ſeparante & diſtinguente undas, ex quibus compoſitum erat id album reflexum lumen; quomodo ſupra eſt explicatum.

Atque hinc quidem ſequitur, lumen, etiam antequam in corpora pellucida incidat, vices ſuas habere facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. Utique veriſſimillimum eſt, id vices iſtas tum nanciſci, cum e corporibus lucidis primum emittitur; illaſque per totum ſuum progreſſum uſque retinere. Sunt enim hæ vices natura ſua durabiles; uti ex ſequenti parte hujus libri amplius apparebit.

In hac propoſitione, pono corpora pellucida eſſe craſſa: quoniam ſi craſſitudo corporis multo ſit minor, quam eſt intervallum vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus radiorum; amittit id corpus vim ſuam reflectentem. Si enim radii, qui, cum in aliquod corpus ingrediuntur, ſubeunt vices ſuas facilioris tranſmiſſus, perveniant ad poſteriorem corporis iſtius ſuperficiem, antequam vices iſtas deponant; utique tranſmittantur oportebit. Atque ea quidem cauſa eſt, quamobrem bullæ aquæ, quum valde tenues factæ ſint, vim ſuam reflectentem amittant; & corpora omnia opaca, quum in partes valde exiguas ſint comminuta, pellucida evadant.

PRO-

PROPOSITIO XIV.

Quæ corporum pellucentium ſuperficies, radium qui ſit in vice facilioris refractionis, refringunt fortiſſime; eæ eundem, ſi ſit in vice facilioris reflexionis, reflectunt facillime.

ETenim oſtendimus ſupra, (in prop. 8.) cauſam reflexionis non utique impactionem eſſe luminis in partes corporum ſolidas & impervias, ſed aliam aliquam vim qua iſtæ partes ſolidæ agunt in lumen, interjecto aliquo intervallo. Oſtendimus quoque, (in prop. 9.) corpora reflectere & refringere lumen una eademque vi diverſe in diverſis circumſtantiis ſe exercente: &, (in prop. 1.) quæ ſuperficies refringunt fortiſſime, eas plurimum itidem luminis reflectere. Quæ quidem omnia conjuncta, & inter ſe collata, evincunt & comprobant, cum hancce propoſitionem, tum & præcedentem.

PROPOSITIO XV.

In radiis cujuſvis unius & ejuſdem generis, emergentibus in quovis angulo e quavis refringente ſuperficie, in quodvis unum idemque medium; intervalla ſequentium vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, ſunt, vel accurate, vel quamproxime, ut rectangulum Secantis anguli refractionis, & Secantis alius cujuſdam anguli, cujus ſinus videlicet ſit prima ex 106 arithmeticis mediis proportionalibus inter ſinus incidentiæ & refractionis, incipiendo a ſinu refractionis.

Manifeſtum eſt hoc ex VII. & XIX. obſervationibus.

PROPOSITIO XVI.

In radiis diverſorum generum, emergentibus in æqualibus angulis e quavis refringente ſuperficie, in unum idemque medium; intervalla ſequentium vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, ſunt, vel accurate, vel quamproxime, ut radices cubicæ quadratorum longitudinum chordæ, quæ ſonent notas illas muſicas in octava, ſol, la, fa, ſol, la, mi, fa, ſol, *una cum gradibus ſuis omnibus intermediis, ad colores radiorum illorum reſpondentibus, ſecundum eam ſimilitudinem proportionum, quam in ſeptimo experimento ſecundæ partis primi libri expoſuimus.*

Manifeſtum eſt hoc, ex obſervationibus XIII. & XIV.

PROPOSITIO XVII.

Si radii unius cujuſvis generis, tranſeant in diverſa media ad perpendiculum; intervalla vicium ſuarum facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus in quovis uno medio, erunt ad earundem intervalla in alio quovis medio, ut ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis radiorum tranſeuntium e primo duorum iſtorum mediorum in ſecundum.

Manifeſtum eſt hoc ex X. obſervatione.

PRO-

PROPOSITIO XVIII.

Si radii qui exhibent colorem in confinio flavi atque aurei interjacentem, tranſeant ad perpendiculum e quovis medio in aerem; intervalla vicium ſuarum facilioris reflexionis, ſunt $\frac{1}{89000}$ *pars unciæ. Et ejuſdem quoque longitudinis ſunt intervalla vicium ſuarum facilioris tranſmiſſus.*

Apparet hoc ex VI. obſervatione.

Ex his propoſitionibus facile eſt colligere, quanta ſint intervalla vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus radiorum cujuſvis generis refractorum in quovis angulo in quodvis medium; indeque cognoſcere, utrum futurum ſit ut iidem radii, cum deinceps in quodvis aliud medium pellucidum incidant, reflecti porro debeant, an tranſmitti. Quæ quidem res, quoniam ad ſequentem hujus libri partem recte intelligendam permultum conferet, congruum erat ut hoc in loco exponeretur. Eandemque porro ob cauſam, binas ſequentes quoque adjeci propoſitiones.

PROPOSITIO XIX.

Si radii cujuſvis generis, incidentes in ſuperficiem politam medii cujuſvis pellucidi, reflectantur; vices facilioris reflexionis, quas ii habent in puncto reflexionis, revertentur uſque continuis vicibus; earumque reverſiones diſtabunt a reflexionis puncto, ſpatiis quæ ſint in arithmetica progreſſione numerorum 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c. *Inque vicium iſtarum intervallis, erunt radii in vicibus facilioris tranſmiſſus.*

Etenim cum vices facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, natura ſint durabili; ſtatiſque antea reverterint intervallis, uſquedum radius ad medium reflectens pervenerit; ibique, ut is reflecteretur, effecerint: nihil ſane cauſæ eſt, quamobrem inde deinceps continuo ceſſarent. Jam vero ſi radius in puncto reflexionis, erat in vice facilioris reflexionis; utique progreſſio ſpatiorum, quibus hæ vices a puncto iſto exinde diſtent, incipiat neceſſe eſt ab 0, ſitque adeo in progreſſione numerorum 0, 2, 4, 6, 8, &c. Ac proinde progreſſio ſpatiorum alterorum, quibus videlicet intermediæ vices facilioris tranſmiſſus diſtent ab eodem puncto, debebit eſſe ſecundum progreſſionem numerorum imparium 1, 3, 5, 7, 9, &c. Contra, quam evenit tum, cum hæ vices propagentur a punctis refractionis.

PROPOSITIO XX.

Intervalla vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, propagatarum a punctis reflexionis in quodvis medium; æqualia ſunt intervallis ſimilium vicium, quas iidem radii ita utique habituri eſſent, ſi refracti forent in idem medium per angulos refractionis æquales angulis ſuis iſtis reflexionis.

Etenim quum lumen reflexum eſt e ſecunda ſuperficie tenuium lamellarum, egreditur deinceps liberrime per primam ſuperficiem, ad conſtituendos annulos colorum eos qui reflexione conſpiciuntur; egrediendoque ita libere, efficit colores annulorum iſtorum clariores fortioreſque, quam ſunt ii qui ex altera parte tenuium lamellarum conſpiciuntur lumine tranſmiſſo. Itaque radii reflexi, ſunt in vicibus facilioris tranſmiſſus tum, cum egrediuntur: quod quidem non ſemper ita eveniret, ſi intervalla vicium intra lamellam poſt reflexionem, non eſſent æqualia, tum longitudine tum numero, intervallis earundem ante reflexionem. Hocque confirmat

inſuper proportiones in præcedente propoſitione expoſitas. Nam ſi radii, tum in ingreſſu tum in egreſſu primæ ſuperficiei, ſint in vicibus facilioris tranſmiſſus; vicium autem iſtarum tum intervalla tum numerus, inter primam & ſecundam ſuperficiem, ante & poſt reflexionem, æqualia ſint inter ſe; utique ſpatia, quibus vices facilioris tranſmiſſus diſtant ab utravis ſuperficie, in eadem neceſſe eſt progreſſione ſint poſt reflexionem, ac ante; hoc eſt, a prima ſuperficie quæ tranſmiſit radios, in progreſſione ſint numerorum parium 0, 2, 4, 6, 8, &c.; & a ſecunda quæ eos reflexit, in progreſſione numerorum imparium 1, 3, 5, 7, &c. Verum hæ duæ propoſitiones, ex obſervationibus in ſequenti parte hujus libri exponendis, multo adhuc fient evidentiores.

OPTI-

OPTICES
LIBER SECUNDUS.
PARS QUARTA.

Obſervationes circa reflexiones & colores laminarum craſſarum, pellucentium & politarum.

NUllum eſt vitrum aut ſpeculum, quantumvis perpolitum, quin, præter lumen quod id refringit vel reflectit regulariter, diſpergat inſuper quoquoverſus lumen quoddam debile; per quod poſita ejus facies, quum radio Solis in cubiculum tenebricoſum immiſſo ſit illuminata, facile in omnibus oculi poſitionibus cerni queat. Sunt autem luminis hujuſce quaquaverſum diſperſi phænomena quædam, quæ, cum ea primum obſervarem, magnam quidem mihi moverunt admirationem. Quæ obſervaverim, hujuſmodi erant.

OBSERVATIO I.

Quum Sol in cubiculum meum tenebricoſum per foramen $\frac{1}{3}$ unciæ latum colluceret, radium luminis intromiſſum excepi ad perpendiculum ſpeculo vitreo concavo-convexo, tornato ad ſphæram pedes quinque unciaſque undecim ſemidiametro complectentem; & argentum vivum convexa ſui facie obtecto. Tum tenens chartam albam opacam, ſive chartæ ſcapum, in centro ſphærarum ad quas tornatum erat ſpeculum; hoc eſt, intervallo circiter pedum quinque & unciarum undecim a ſpeculo; tali nimirum in poſitu, ut radius luminis antedictus in cubiculum tenebricoſum immiſſus, per exiguum deinceps foramen, quod eſſet in medio chartæ, tranſmitteretur ad ſpeculum, indeque ad idem rurſus foramen reflecteretur: chartam, inquam, ita tenens, obſervavi in ea quatuor vel quinque irides concentricas, ſive colorum annulos, arcus cœleſtis ſpeciem habentes, & foramini jam dicto circundatas; eodem fere modo ac annuli illi, qui in quarta & ſequentibus obſervationibus primæ partis hujus ſecundi libri inter bina vitra objectiva viſi ſunt, ambiebant maculam ſuam nigram: erant tamen hi annuli, quam illi, largiores dilutioreſque. Jam quidem hi annuli, pro eo ut in amplitudinem ſe laxabant, dilutiores adhuc languidioreſque evadebant; adeo ut eorum quintus ſub ſenſum vix caderet: nonnunquam tamen, cum Sol valde clarus colluceret, erant porro ſexti annuli atque etiam ſeptimi languida quædam indicia. Siquando charta diſtaret a ſpeculo, intervallo multo majori multove minori ſex pedum; tum annuli diluti continuo, & evanidi ſunt facti. Item ſi ſpeculum diſtaret a feneſtra, intervallo multo majori quam ſex pedum; reflexus luminis radius adeo latus continuo erat factus, intervallo ſex pedum a ſpeculo, quo in loco annuli videlicet apparebant, ut annulorum interiorum unus vel alter, ampliata illa radii reflexi latitudine obſcuraretur. Quamobrem ſpeculum, intervallo circiter ſex pedum a feneſtra, collocare ſolitus ſum; ut adeo apud ipſam feneſtram focus vitri incurreret in centrum concavitatis ſuæ ad annulos ſuper charta. Atque hæc quidem ſemper exiſtimanda eſt poſitio ſpeculi, in ſequentibus obſervationibus; niſi ſiquando alia aliqua nominatim exprimatur.

OBSERVATIO II.

Colores harum iridum ſuccedebant invicem a centro extrorſum, eadem ſpecie & ordine, ac illi qui in nona obſervatione primæ partis hujus libri in binis vitris objectivis, non utique reflexu luminis, ſed tranſmiſſu, viſi ſunt. Nam primo, in communi horum annulorum centro, macula erat alba, rotunda, debili lumine, latiorque aliquanto quam ipſe reflexus luminis radius: qui porro radius reflexus, incidebat interdum in mediam illam maculam; interdum autem, parva inclinatione ſpeculi, recedebat a medio maculæ, eamque ad uſque centrum albam conſpiciendam reliquit.

Maculam illam albam proxime ambiebat color leucophæus fuſcior: cui ſucceſſerunt colores primæ iridis. Erant autem hi, ab interiore ſui parte, proxime colorem leucophæum, violaceus & indicus parva portione: deinde cæruleus, qui ab exteriore ſui parte palleſcebat, deſiitque in flavum exiguum virideſcentem: cui porro ſucceſſit flavus clarior; eique demum, ab exteriori iridis limite, ruber, qui ab exteriore ſui parte pupuraſcebat.

Primam hanc iridem proxime ambiebat ſecunda: cujus colores ab intima ſui parte extrorſum, hoc erant ordine diſpoſiti; purpureus, cæruleus, viridis, flavus, ruber clarior, ruber purpuraſcens.

Huic ſuccedebant proxime colores tertiæ iridis: qui erant ordine extrorſum numerati, viridis purpuraſcens, viridis bonus, & ruber clarior quam præcedentis iridis.

Irides quarta & quinta, videbantur ab interiore ſui parte colorem habere viridem ſubcæruleum; ab exteriori rubrum. Verum in hiſce colores adeo evanidi erant facti, ut diſcerni vix potuerint.

OBSERVATIO III.

Dimenſus horum annulorum diametros quam potui accuratiſſime ſuper charta, inveni illas quoque eandem inter ſe proportionem habere, ac annulorum in binis vitris objectivis lumine tranſmiſſo exhibitorum. Etenim diametri annulorum quatuor primorum lucidorum dimenſæ qua parte clariſſimæ erant ipſorum orbitæ, intervallo ſex pedum a ſpeculo, fuerunt $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, & $3\frac{3}{8}$ unciæ; quorum quidem numerorum quadrata ſunt in progreſſione arithmetica numerorum 1, 2, 3, 4. Quod ſi macula alba, rotunda, quæ eſt in medio, annumeretur una cum annulis; ejuſque lumen in centro, ubi id clariſſimum eſſe videtur, habeatur pro annulo infinite parvo; jam annulorum diametrorum quadrata, erunt in progreſſione 0, 1, 2, 3, 4, &c. Porro, dimenſus obſcurorum quoque annulorum, inter lucidos illos interjacentium, diametros, inveni earum quadrata in progreſſione eſſe numerorum $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, &c. Quippe diametri primorum quatuor ex his annulis, intervallo ſex pedum a ſpeculo, erant $1\frac{1}{16}$, $2\frac{1}{16}$, $2\frac{2}{3}$ $3\frac{3}{20}$ unciæ. Quod ſi charta & ſpeculum majori minorive quam diximus, inter ſe diſtarent intervallo; utique & diametri circulorum majores minoreſve erant factæ, ſimili proportione.

OBSERVATIO IV.

Ex proportionum ſimilitudine, quæ erat inter hoſce annulos, & illos quos in obſervationibus primæ partis hujus libri deſcripſimus; ſuſpicatus ſum multo plures forte in ſpeculo ineſſe poſſe hujuſmodi annulos, in ſe invicem diffuſos, & quorum adeo colores mutua commixtione confuſi invicem & ita diluti eſſent facti, ut ſeparatim cerni haud poſſent. Quocirca eos per priſma inſpexi; quomodo illos in XXIV. obſervatione primæ partis hujus libri feceram. Cumque priſma ita mihi eſſet

Digitized by Google

ſet collocatum, ut id refractione ſua lumen colorum inter ſe permixtorum ſepararet, annuloſque a ſe invicem diſtingueret; quomodo in XXIV. illa obſervatione fecerat: utique annulos multo tum, quam antea, diſtinctius cernere poteram; atque etiam numerare eos facile ad octo vel novem, nonnunquam etiam ad duodecim vel tredecim. Quod niſi lumen ipſorum adeo debile fuiſſet; equidem nihil dubito quin multo etiam adhuc plures diſcernere potuiſſem.

OBSERVATIO V.

Cum in feneſtra priſma collocaſſem, quo intromiſſus luminis radius refringeretur, adeoque oblonga colorum imago in ſpeculum projiceretur; ſpeculum deinceps obtexi charta nigra, in qua foramen eſſet, per quod colorum unus quilibet tranſmitti poſſet ad ſpeculum, interea dum reliqui omnes charta interciperentur. Jamque vidi annulos eo ſolo colore, qui utique in ſpeculum incideret. Si ſpeculum illuminaretur colore rubro, annuli ex toto erant rubri, cum intervallis tenebroſis: ſi colore cæruleo, annuli ex toto erant cærulei: & ſimiliter in cæteris coloribus. Cumque annuli uno aliquo colore ita eſſent facti; quadrata diametrorum ſuarum, dimenſarum qua parte orbitæ ipſorum clariſſimæ eſſent, erant in progreſſione arithmetica numerorum 0, 1, 2, 3, 4: & quadrata diametrorum intervallorum ſuorum obſcurorum, erant, in progreſſione numerorum intermediorum $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$. Verum ſi color mutaretur, mutabatur itidem & magnitudo annulorum. In colore rubro, annuli erant largiſſimi; in indico & violaceo, minimi; inque coloribus intermediis, flavo, viridi, & cæruleo, intermediis itidem erant annuli magnitudinibus, ad colorem nimirum reſpondentibus; hoc eſt, in colore flavo majores erant quam in viridi, inque viridi majores quam in cæruleo. Atque hinc quidem illud intellexi; cum ſpeculum albo lumine illuminatum eſſet, utique colores rubrum & flavum in exteriori parte annulorum exhibitos eſſe per radios minime refrangibiles, cæruleum autem & violaceum per radios maxime refrangibiles: item colores cujuſque annuli diffuſos eſſe utroque in colores annulorum ſibi utrinque adjacentium, quomodo ſupra in prima & ſecunda parte hujus libri expoſitum eſt; mutuaque ſui permixtione inter ſe adeo dilutos eſſe factos, ut diſcerni invicem haud poſſent, niſi propius a centro ubi minus eſſent commixti. Etenim in hac obſervatione annulos diſtinctius, & majori etiam numero, quam antea, diſcernere potui; utique ad octo vel novem in flavo lumine, præter languidum quoddam indicium decimi. Jam autem ut id porro invenirem, quantum in ſe invicem diffunderentur & commixti eſſent annulorum diverſorum colores; dimenſus ſum diametros annulorum ſecundi & tertii; invenique eas, cum annuli illi exhiberentur in confinio colorum rubri & aurei, eam habere proportionem ad diametros eorundem annulorum in confinio cærulei & indici exhibitorum, quam habent 9 ad 8, præterpropter: difficile enim erat hanc proportionem definire accurate. Item circulos, quos in eodem annulo exhiberent ordine colores ruber, flavus & viridis; plus inter ſe differre magnitudine, quam quos per eaſdem vices exhiberent viridis, cæruleus, & indicus: nam circulus quidem violaceus, tenebroſior erat quam ut ſenſu percipi poſſet. Ut igitur calculum inceptum perſequamur; ponamus differentias diametrorum circulorum, quos exhibent ſua quiſque vice colores ruber extremus, confinium rubri & aurei, confinium aurei & flavi, confinium flavi & viridis, confinium viridis & cærulei, confinium cærulei & indici, confinium indici & violacei, & violaceus extremus, eadem eſſe proportione inter ſe, ac ſunt differentiæ longitudinum monochordi earum, quæ ſonent notas illas in octava, *ſol*, *la*, *fa*, *ſol*, *la*, *mi*, *fa*, *ſol*; hoc eſt, ac ſunt numeri $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{2}{27}$, $\frac{1}{27}$, $\frac{1}{18}$. Quod ſi jam diameter circuli illius, quem exhibet confinium colorum rubri & aurei, ſit 9 A; diameter autem ejus circuli, quem exhibet confinium cærulei & indici, ſit 8 A; ut eſt ſupra dictum: utique differentia ipſarum, 9 A — 8 A, ad differentiam diametrorum circulorum illorum,

quos

quos exhibent ruber extremus & confinium rubri atque aurei; erit ut $\frac{1}{18}+\frac{1}{12}+\frac{1}{12}+\frac{1}{27}$, ad $\frac{1}{9}$; hoc eſt, ut $\frac{8}{27}$ ad $\frac{1}{9}$, vel 8 ad 3: ad differentiam autem diametrorum circulorum illorum, quos exhibent violaceus extremus & confinium cærulei atque indici; erit ut $\frac{1}{18}+\frac{1}{12}+\frac{1}{12}+\frac{1}{27}$, ad $\frac{1}{27}+\frac{1}{18}$; hoc eſt, ut $\frac{8}{27}$ ad $\frac{5}{54}$ vel 16 ad 5. Quamobrem hæ differentiæ, erunt $\frac{3}{8}$ A & $\frac{3}{16}$ A. Quarum jam primam adde ad 9 A, & poſteriorem ſubdue de 8 A; habebiſque diametros circulorum illorum, quos exhibent radii minime maximeque refrangibiles, nempe $\frac{75}{8}$ A & $\frac{61\frac{1}{2}}{8}$ A. Sunt igitur hæ diametri inter ſe, ut 75 ad $61\frac{1}{2}$, vel 50 ad 41; earumque quadrata, ut 2500 ad 1681, hoc eſt, ut 3 ad 2 quamproxime. Quæ quidem proportio non diſtat a proportione diametrorum circulorum illorum, quos exhibuerunt colores ruber & violaceus extremi in XIII. obſervatione primæ partis hujus libri.

OBSERVATIO VI.

Cum oculum meum collocaſſem eo in loco, ubi annuli videbantur manifeſtiſſimi; ſpeculi faciem conſpicatus ſum colorum faſciis undatam, (rubris, flavis, viridibus, cæruleis;) illarum ſimilibus, quæ in obſervationibus primæ partis hujus libri inter bina vitra objectiva & in aquæ bullis viſæ ſunt; at amplioribus multo. Item hæ, eodem modo ac illæ, pro variis oculi poſitionibus, magnitudine varia videbantur; dilatantes ſe ac contrahentes, pro eo ut oculum meum ultro citroque moverem. Specie ac forma erant arcuum circulorum concentricorum, ſicuti & illæ; cumque oculus meus poſitus eſſet ex adverſo centri concavitatis ſpeculi, (quod erat ſcilicet intervallo pedum 5 & unciarum 10 a ſpeculo,) centrum ipſarum commune in eadem erat linea recta cum centro illo concavitatis, & cum foramine in feneſtra. Verum in aliis oculi poſitionibus, centrum ipſarum alias itidem habebat poſitiones. Apparebant porro per lumen nubium propagatum ad ſpeculum per foramen in feneſtra: cumque Sol per id foramen colluceret ſpeculo, lumen ejus in ſpeculo illum ſemper habebat colorem, qui eſſet annuli in quem id incideret; verum nimio ſplendore ſuo obſcurabat id annulos iſtos lumine nubium exhibitos, niſi quando ſpeculum adeo longe admodum diſtaret a feneſtra, ut Solis lumen ſuper eo valde ſatum eſſet & languidum. Denique, cum oculi poſitionem variarem; cumque ultro citroque, propius longiuſve a directo Solis luminis radio, moverem; color reflexi luminis Solis ſuper ſpeculum perpetuo variabatur eodem modo, ac ſuper oculum meum; eodem nimirum colore ſe ſuper oculum meum ſpectatori cuivis adſtanti ſemper ſe exhibente, qui mihi ipſi in ſpeculo videretur. Atque hinc quidem intellexi, annulos colorum illos, quos in charta videram, effectos utique fuiſſe ex his reflexis coloribus, propagatis nimirum a ſpeculo ad chartam in diverſis angulis; illorumque productionem, ex terminatione luminis atque umbræ neutiquam pendere.

OBSERVATIO VII.

Ex mira ſimilitudinum proportione, quæ erat hiſce omnibus phænomenis cum illis annulorum coloratorum ſupra in prima parte hujus libri deſcriptorum; videbantur mihi hi colores generari in craſſa vitri lamina eodem fere modo, ac illi in lamellis valde tenuibus. Etenim experiundo comperiebam, ſi argentum vivum de poſteriore ſpeculi facie defrictum eſſet, vitrum nudum eoſdem uſque annulos exhibere, licet eos multo quidem languidiores quam antea; & conſequenter phænomenon hoc non pendere ex argento vivo; niſi quatenus id, augendo reflexionem poſterioris vitri faciei, adaugeat itidem lumen annulorum coloratorum. Comperi inſuper, ſpeculum metallicum ſine vitro, ad uſus opticos ante hos aliquot annos factum, & optime perpolitum, nullos hujuſmodi annulos exhibuiſſe. Indeque id in-

tellexi, utique annulos hoſce non oriri ex una ſola ſuperficie ſpeculari; ſed pendere ex ambabus ſuperficiebus laminæ vitreæ in ſpeculum adhibitæ, & ex eo quantæ eſſet craſſitudinis iſta lamina. Sicut enim, in VII. & XIX. obſervationibus primæ partis hujus libri tenuis lamella aeris, aquæ, aut vitri, quæ æquabili eſſet craſſitudine, colorem alium exhibebat quum radii ſibi eſſent perpendiculares; alium, quum ii aliquantum obliqui eſſent; alium, quum obliquiores; alium, quum adhuc obliquiores; & ſic deinceps: ita hic, in ſexta obſervatione hujus partis, radii qui emerſerunt e vitro in diverſis obliquitatibus, effecerunt, ut id diverſos colores exhiberet; & propagati inde ad chartam in iſtis obliquitatibus, depinxerunt in ea ſimiliter annulos ſuo quemque colore. Et ſicut cauſa, quamobrem tenuis lamella colores diverſos in diverſis radiorum obliquitatibus exhiberet, ea erat; quod radii unius ejuſdemque generis reflectantur a tenui lamella in una obliquitate, & tranſmittantur in alia radii autem aliorum generum tranſmittantur ubi hi reflectuntur, & reflectantur ubi hi tranſmittuntur: ita cauſa, quamobrem craſſa quoque lamina vitri, ſive ſpeculum, colores varios in variis obliquitatibus exhiberet, inque iſtis obliquitatibus colores illos ad chartam propagaret: ea itidem erat; quod radii unius ejuſdemque generis emergerent e vitro in una obliquitate, in alia autem non emergerent, ſed reflecterentur a citeriore vitri facie retro ad argentum vivum; &, prout obliquitas ea major majorque fieret, emergerent iterum & reflecterentur alternis per multas vices; in una autem eademque obliquitate, radii unius generis reflecterentur, & radii aliorum generum tranſmitterentur. Liquet hoc ex quinta obſervatione hujus partis. Etenim in ea obſervatione, quum ſpeculum illuminatum eſſet uno aliquo colorum priſmaticorum; exhibuit id coloratum lumen annulos permultos in charta, eodem omnes colore, & nigris diſtinctos interordiniis; ac proinde id lumen, inter emergendum e ſpeculo, tranſmittebatur & non tranſmittebatur alternis a ſpeculo ad chartam per multas vices, pro variis nimirum emergentiæ ſuæ obliquitatibus. Porro, quum a priſmate in ſpeculum color alius quivis projiceretur; utique annuli in charta eo ſemper facti ſunt colore, qui eſſet in ſpeculum projectus; magnitudinemque inſuper una cum colore ſuo immutabant: ac proinde lumen tranſmittebatur jam & non tranſmittebatur alternis a ſpeculo ad chartam, in aliis, quam antea, obliquitatibus. Videbantur mihi itaque hi annuli conſimilem plane ortum habere, ac illi in tenuibus lamellis: eo tamen diſcrimine, quod illi in tenuibus lamellis oriantur ex alternis reflexionibus & tranſmiſſionibus radiorum in ſecunda ſuperficie lamellæ, poſtquam ii ſemel videlicet per lamellam tranſierint: hi autem in craſſis laminis, exhibeantur per radios, qui, ante alternam iſtam reflexionem & tranſmiſſionem, jam bis ſcilicet per laminam tranſierint; primo nimirum, cum tranſirent a citeriore vitri facie ad argentum vivum; & deinde, cum redirent ab argento vivo ad eandem iterum faciem citeriorem; qua demum in ſuperficie, vel tranſmittuntur ad chartam, vel reflectuntur retro ad argentum vivum; pro eo videlicet, ac in vicibus facilioris reflexionis vel facilioris tranſmiſſus tum ſint, cum ad iſtam pervenerint ſuperficiem. Nam in radiis quidem illis, qui in ſpeculum incidunt ad perpendiculum, reflectunturque in eiſdem perpendicularibus lineis; in illis, inquam, radiis, propter angulorum ſuorum linearumque incidentiæ & reflexionis æqualitatem, vicium quidem ſuarum intervalla intra vitrum tum longitudine tum numero paria eſſe debent poſt reflexionem, ac ante; per propoſitionem XIX. tertiæ partis hujus libri: ac proinde, quandoquidem omnes radii, qui ingrediuntur per primam vitri ſuperficiem, ſunt in vicibus ſuis facilioris tranſmiſſus tum, cum ingrediuntur; eorundem autem quotquot reflectuntur a ſecunda ſuperficie, ii quidem illic in vicibus ſunt facilioris reflexionis; utique iidem omnes debent iterum in vicibus ſuis facilioris tranſmiſſus eſſe tum, cum ad ſuperficiem primam reverterint; & conſequenter exire ibi e vitro ad chartam, ac depingere ſuper ea maculam albam luminis in centro annulorum. Nam hæc quidem ratio æque valet in omnibus generibus radiorum; & conſequenter radii omnium generum promiſcue exire debent ad maculam illam, eamque permixtione ſui omnium inter

ſe,

ſe, albam utique exhibere. At vero in illis radiis, qui reflectuntur obliquius quam ingrediuntur; in iis ſane vicium ſuarum intervalla majora ſint oportet poſt reflexionem quam ante, per propoſitiones XV. & XX.: unde ii quidem radii, fieri utique poteſt ut cum ad primam reverterint ſuperficiem, in certis quibuſdam obliquitatibus vices ſuas ibi habeant facilioris reflexionis, adeoque regrediantur ad argentum vivum; in aliis autem obliquitatibus intermediis, vices ſuas ibidem ſubeant facilioris iterum tranſmiſſus, adeoque exeant ad chartam, depingantque in ea annulos coloratos maculæ albæ circumjectos. Quoniam autem intervalla harum vicium, in æqualibus quidem obliquitatibus, majora ac pauciora ſunt in radiis minus refrangibilibus; minora autem ac plura in radiis magis refrangibilibus: ideo radii quidem minus refrangibiles, in æqualibus obliquitatibus, annulos pauciores efficere debent, quam radii magis refrangibiles; majores autem eos, magiſque expanſos: hoc eſt, annuli rubri ampliores eſſe debent quam flavi, flavi quam virides, virides quam cærulei, & cærulei quam violacei; quomodo ii revera quidem in V. obſervatione apparuerunt. Quocirca primus annulorum colores omnes complectentium, maculæ albæ proxime circumjectus, debet utique ruber eſſe extra, intra violaceus, & in medio flavus, viridis, ac cæruleus; quomodo is in ſecunda quidem obſervatione viſus eſt. In ſecundo autem annulo, & qui ſequuntur deinceps, iidem colores magis magiſque expanſi eſſe debent; uſquedum in ſe mutuo diffuſi, permiſceantur tandem invicem, & evaneſcant.

Hæ mihi videntur horum eſſe annulorum cauſæ ac rationes in univerſum. Hocque mihi cauſam dedit, ut diſtinctius deinceps obſervarem quanta eſſet vitri craſſitudo; & conſiderarem utrum menſuræ ac proportiones annulorum ſingulatim, vere exinde, calculum ponendo, colligi poſſent.

OBSERVATIO VIII.

Dimenſus ſum igitur craſſitudinem vitri hujuſce concavo-convexi; invenique eam uſquequaque $\frac{1}{4}$ unciæ accurate. Jam quidem, per VI. obſervationem primæ partis hujus libri, tenuis lamella aeris tranſmittit lumen clariſſimum primi annuli, hoc eſt, lumen flavum clarum, tum cum craſſitudo ſua ſit $\frac{1}{89000}$ pars unciæ, per X. autem obſervationem ejuſdem partis, tenuis lamella vitri tranſmittit idem lumen ejuſdem annuli, tum cum craſſitudo ſua ſit minor ſecundum eam proportionem quæ eſt ſinus refractionis ad ſinum incidentiæ, hoc eſt, cum craſſitudo ſua ſit $\frac{11}{1513000}$ ſive $\frac{1}{137545}$ pars unciæ; poſito nimirum quod ſinus iſti ſint ut 11 & 17. Quod ſi hæc craſſitudo duplicetur porro, tranſmittetur jam idem lumen clarum ſecundi annuli; ſi ea triplicetur, tranſmittetur jam idem lumen tertii annuli; & ſic deinceps; lumine flavo claro in hiſce omnibus caſibus exiſtente nimirum in vicibus ſuis facilioris tranſmiſſus. Itaque ſi multiplicetur hæc craſſitudo per 34386, ut adeo evadat ea $\frac{1}{4}$ unciæ; tranſmittetur jam idem clarum lumen annuli 34386*ti*. Finge jam hoc eſſe lumen illud flavum clarum, quod tranſmitti diximus in perpendiculo ab reflectente facie convexa ſpeculi per concavam ejuſdem faciem ad maculam albam in centro annulorum coloratorum in charta: jamque, per regulam in VII. & XIX. obſervatione primæ partis hujus libri traditam, perque propoſitiones XV. & XX. tertiæ partis; ſi radii fiant obliqui ad vitrum, utique craſſitudo vitri qua idem lumen clarum ejuſdem annuli tranſmitti poſſit deinceps in quavis obliquitate, erit ad craſſitudinem illam $\frac{1}{4}$ unciæ, ut ſecans certi cujuſdam anguli, ad radium; ejus nimirum anguli, cujus ſinus ſit prima ex 106 mediis arithmeticis inter ſinus incidentiæ & refractionis, incipiendo a ſinu incidentiæ, quum nimirum refractio fiat e lamina cujuſvis ma-

materiæ in medium ſibi circumjectum, id eſt, hoc quidem in caſu, e vitro in aerem. Quod ſi porro vitri craſſitudo ita augeatur gradatim, ut id ad primam ſuam craſſitudinem (quæ crat videlicet $\frac{1}{4}$ unciæ,) cas dein habeat proportiones, quas habet numerus 34386 (numerus ſcilicet vicium radiorum perpendicularium inter tranſeundum per vitrum adverſus maculam albam in centro annulorum,) ad 34385, 34384, 34383, & 34382 comparate, (numeros videlicet vicium radiorum obliquorum inter tranſeundum per vitrum adverſus annulos colorum, primum, ſecundum, tertium, & quartum;) illa autem prima vitri craſſitudo diviſa ſit in 100000000 partes æquales, utique craſſitudines adauctæ, erunt 100002908, 100005816, 100008725, & 100011633; & anguli, quorum hæ quidem craſſitudines ſunt ſecantes, erunt 26′ 13″, 37′ 5″, 45′ 6″, & 52′ 26″, radio nimirum exiſtente 100000000; quorum porro angulorum ſinus ſunt 762, 1079, 1321, & 1525; & proportionales ſinus refractionis, 1172, 1659, 2031 & 2345; radio nimirum exiſtente 100000. Nam cum ſinus incidentiæ e vitro in aerem ſint ad ſinus refractionis, ut 11 ad 17; ad ſecantes autem ſupra dictos, ut 11 ad primam ex 106 mediis arithmeticis inter 11 & 17, hoc eſt, ut 11 ad $11\frac{6}{106}$; utique ſecantes iſti erunt ad ſinus refractionis ut $11\frac{6}{106}$ ad 17, & ex hac analogia dabunt adeo ſinus iſtos. Quare ſi obliquitates radiorum ad concavam vitri ſuperficiem tales ſint videlicet, ut ſinus refractionis ipſorum in tranſeundo e vitro per iſtam ſuperficiem in aerem, ſint 1172, 1659, 2031, & 2345; utique lumen clarum annuli 34386*ti*, emerget e vitro in iis craſſitudinibus, quæ ſint ad $\frac{1}{4}$ unciæ, ut 34386 ad 34385, 34384, 34383, & 34382 comparate. Proinde, ſi vera vitri craſſitudo in hiſce omnibus caſibus ſit (ut in ſpeculo noſtro erat) $\frac{1}{4}$ unciæ; utique lumen clarum annuli 34385*ti*, ibi emerget, ubi ſinus refractionis ſit 1172; & annulorum 34384*ti*, 34383*tii*, ac 34382*di*, ibi, ubi ſinus iſte ſit 1659, 2031, & 2345 comparate. Porro in hiſce angulis refractionis propagabitur horum annulorum lumen a ſpeculo ad chartam, ibique depinget annulos ambientes maculam illam luminis albam rotundamque in centro, quæ erat (ut diximus) lumen annuli 34386*ti*. Et ſemidiametri horum annulorum ſubtendent angulos refractionis, ſactos in concava ſpeculi ſuperficie. Ideoque diametri ipſorum erunt ad diſtantiam chartæ a ſpeculo, ut ſinus iſti refractionis duplicati, ad radium; hoc eſt, ut 1172, 1659, 2031, & 2345 duplicati, ad 100000. Quocirca ſi intervallum, quo charta diſtet a concava ſpeculi ſuperficie, ſit (ut in tertia harum obſervationum erat) ſex pedum; utique diametri annulorum hujus luminis flavi clari in charta depictorum, erunt 1′688, 2′389, 2′925, & 3′375 unciæ. Sunt enim hæ diametri ad ſenos pedes, ut ſupra dicti ſinus duplicati ad radium. Jam vero hæ diametri annulorum flavorum clarorum, computando repertæ; eædem plane ſunt, ac illæ quas in tertia harum obſervationum reperimus dimetiendo; quæ erant videlicet $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, & $1\frac{3}{8}$ unciæ. Itaque theoria, qua colliguntur horum annulorum proportiones, ex craſſitudine laminæ vitreæ ſive ſpeculi, & ex obliquitate radiorum emergentium; convenit plane cum ipſis obſervationibus. Cæterum in hac quidem computatione, diametros clarorum annulorum quos exhibuit lumen colorum univerſorum, æquales ſtatui diametris annulorum eorum quos ſcilicet exhibuit lumen flavum clarum: etenim ex illo flavo lumine conſit pars clariſſima annulorum, qui ſint colorum univerſorum. Quod ſi adhæc menſuras diametrorum annulorum illorum, quos alius quivis color purus videlicet & ſimplex exhibeat, accurate colligere cupias; utique id facile efficere poteris, ponendo diametros iſtas eſſe ad diametros annulorum flavorum clarorum, in ſubduplicata proportione intervallorum vicium radiorum iſtis coloribus, cum nimirum radii ii omnes æqualiter inclinati ſint ad ſuperficiem refringentem vel reflectentem quæ vices iſtas excitarit, hoc eſt, ponendo diametros annulorum quos exhibent radii in extremis limitibus colorum illorum ſe-

Q ptem,

ptem, rubri, aurei, flavi, viridis, cærulei, indici & violacei, utique proportionales eſſe radicibus cubicis numerorum illorum, $1, \frac{8}{9}, \frac{5}{6}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{9}{16}, \frac{1}{2}$, qui denotant videlicet longitudines monochordi eas, quæ ſonent notas muſicas in octava. Etenim hoc pacto, diametri annulorum iſtis coloribus, comperientur eam quamproxime inter ſe habere proportionem, quam ſecundum quintam harum obſervationum plane habere debent.

Atque his quidem rationibus ſatis mihi viſus ſum comprobaſſe, annulos hoſce ejuſdem eſſe generis eundemque ortum habere, ac illos, qui in tenuibus viſi fuerant lamellis; & conſequenter diſpoſitiones radiorum ſive vices illas alternas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus, propagari utique ab omni reflectente & refringente ſuperficie ad longa uſque intervalla. Nihilo tamen minus, ne hæc res ullam videretur habere poſſe dubitationem, ſequentem obſervationem inſuper adjeci.

OBSERVATIO IX.

Si annuli iſti pendent (uti dictum eſt) ex craſſitudine laminæ vitri: diametri ipſorum in æqualibus diſtantiis a diverſis ſpeculis ſive vitri laminis concavo-convexis talibus, quæ ſint ad eandem ſphæram tornatæ, debebunt eſſe reciproce in ſubduplicata proportione craſſitudinum laminarum ipſarum vitri. Quare ſi in eis illa proportio experiundo fuerit comperta; erit ſane perfecte abſoluta demonſtratio, annulos hoſce (ſicuti & illos in tenuibus lamellis exhibitos) pendere ex vitri craſſitudine. Comparabam mihi igitur aliam vitri laminam concavo-convexam, ad eandem ſphæram, ac erat prior lamina, utraque ſui facie tornatam. Ejus craſſitudo erat $\frac{5}{62}$ partes unciæ; & diametri trium primorum annulorum clarorum, qua parte lucidiſſimæ eſſent ipſorum orbitæ, erant, intervallo quidem ſex pedum a vitro, unciarum 3, $4\frac{1}{6}$, & $5\frac{1}{8}$. Jam quidem craſſitudo prioris vitri, utique $\frac{1}{4}$ unciæ, erat ad hujus craſſitudinem, ut $\frac{1}{4}$ ad $\frac{5}{62}$, hoc eſt, ut 31 ad 10, vel 310000000 ad 100000000; quorum quidem numerorum radices, ſunt 17607 & 10000. Quam autem proportionem habet prima harum radicum ad ſecundam; eandem habent 3, $4\frac{1}{6}$, & $5\frac{1}{8}$, nempe diametri annulorum clarorum exhibitorum in hac obſervatione a vitro tenuiori; ad $1\frac{13}{16}$, $2\frac{3}{8}$, & $2\frac{11}{12}$, diametros ſcilicet eorundem annulorum ſunt reciproce in ſubduplicata proportione craſſitudinum laminarum ipſarum vitri.

Itaque in laminis vitri, quæ quidem ſimiliter concavæ ſint ex una ſui facie, & ſimiliter convexæ ex altera, & argento vivo facies ſuas convexas ſimiliter obtectæ, nihilque plane præterquam craſſitudine ſola inter ſe differant; diametri annulorum ſunt reciproce in ſubduplicata proportione craſſitudinum laminarum ipſarum. Atque hinc ſatis quidem apparet, pendere utique annulos ex utriſque vitri ſuperficiebus. Pendent nimirum ex convexa ſuperficie; quia lucidiores ſunt quum ea ſuperficies argento vivo obtecta ſit, quam quum nuda. Pendent itidem ex concava ſuperficie; quia in ſpeculo, quod tali ſuperficie careat, ii nulli ſunt. Pendent denique ex ambabus ſuperficiebus, earumque diſtantia inter ſe; quia, variata ſolummodo illa diſtantia, variatur itidem & annulorum magnitudo. Hoc autem, quod pendeant annuli iſto modo ex ambabus vitri ſuperficiebus, ſimile plane eſt ac quæ ſupra dicta ſunt de eo quemadmodum colores tenuium laminarum pendeant ex ſuperficierum ſuarum binarum diſtantia inter ſe: quippe & magnitudo horum annulorum, eorumque proportio inter ſe, item magnitudinis ſuæ variatio ex vitri craſſitudinis variatione orta, colorumque ſuorum ordo, talia plane ſunt, qualia oriri utique debent ex propoſitionibus in fine tertiæ partis hujus libri ſubjunctis; quæ nimirum propoſitiones deductæ erant ex phænomenis colorum tenuium lamellarum in prima parte deſcriptis.

Alia adhuc ſunt aliqua annulorum horum coloratorum phænomena: verum ſequuntur

tur ea omnia ex iiſdem propoſitionibus : ideoque confirmant cum veritatem propoſitionum iſtarum , tum analogiam quæ eſt inter hoſce annulos & illos in tenuibus lamellis exhibitos . Nonnulla phænomenorum iſtorum hic ſubjungam.

OBSERVATIO X.

Quum Solis luminis radius reflecteretur a ſpeculo, non directo ad foramen in feneſtra , ſed ad locum parvo inde intervallo diſtantem ; centrum commune maculæ albæ ante dictæ , & annulorum omnium coloratorum incidit in medio intervallo inter radium luminis incidentis & radium luminis reflexi ; & conſequenter in ipſo adhuc centro ſphæricæ concavitatis ſpeculi , quandocumque charta , qua annuli colorati excipiebantur, poſita eſſet in eo centro. Pro eo autem, ut radius luminis reflexi, inclinando videlicet ſpeculum , recedebat magis magiſque a radio luminis incidentis, & a communi centro annulorum coloratorum inter duos iſtos radios interjacente ; ita annuli iſti in amplitudinem perpetuo excreſcebant , itemque macula illa alba rotunda : & novi annuli colorati emergebant ordine e centro ipſorum communi ; & macula illa alba facta eſt albus annulus novis illis annulis circumjectus ; & radii luminis incidens ac reflexus , ſemper incidebant in partes annuli iſtius albi ſibi invicem e diametro oppoſitas , ibique in ejus circuitu ſpeciem duorum parheliorum , qualia in corona Solem ambiente nonnunquam videntur , lumine ſuo exhibebant . Itaque diameter iſtius annuli , pertingens videlicet a medio luminis ejus ex una parte ad medium luminis ejus ex altera parte , ſemper æqualis erat intervallo ei , quod inter mediam partem radii incidentis & mediam partem radii reflexi interjaceret , dimenſo nimirum ſuper charta in qua annuli videbantur . Porro radii qui annulum iſtum formabant , reflectebantur a ſpeculo in angulis qui eſſent æquales angulis ſuis incidentiæ, & conſequenter angulis ſuis refractionis, qua ingrediebantur in vitrum : attamen anguli ſui reflexionis non erant in eodem plano cum angulis ſuis incidentiæ.

OBSERVATIO XI.

Colores novorum annulorum contrario erant ordine diſpoſiti , ac primorum . Oriebantur autem hoc modo . Macula luminis alba rotunda in medio annulorum , permanſit alba ad uſque centrum ; uſquedum intervallum id , quo radii incidens & reflexus diſtabant inter ſe in charta , factum eſſet circiter $\frac{7}{8}$ unciæ ; tumque deinde macula ea , tenebroſa fieri cœpta eſt in media ſui parte . Cum autem illud radiorum intervallum factum eſſet porro circiter $1\frac{1}{16}$ unciæ ; tum macula iſta alba fiebat deinceps annulus , ambiens ſcilicet maculam rotundam tenebroſam, quæ in media ſui parte colorem ipſa trahere cœpit violaceum atque indicum . Annuli autem lucidi, maculam hanc novam ambientes, facti erant jam æquales annulis illis tenebroſis , qui in quatuor primis obſervationibus hoſce ipſos ſinguli ſingulos proxime ambierant ; hoc eſt, macula alba erat jam factus annulus albus , æqualis primo annulorum illorum tenebroſorum ; & primus annulorum illorum lucidorum , factus erat jam æqualis ei, qui fuerat ſecundus tenebroſorum ; & ſecundus annulorum illorum lucidorum, æqualis jam ei , qui fuerat tertius tenebroſorum ; & ſic deinceps. Etenim diametri annulorum lucidorum , erant jam $1\frac{3}{16}$, $2\frac{1}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $3\frac{3}{20}$, &c. unciæ.

Quum radiorum incidentis ac reflexi diſtantia inter ſe , paulo adhuc major eſſet facta ; emergebat deinde e medio maculæ nigræ jam dictæ, poſt colorem illum indicum, cæruleus ; & deinceps ex eo cæruleo , viridis palleſcens ; brevi autem poſtea, flavus quoque & ruber. Cumque color ad centrum clariſſimus eſſet , nempe inter flavum ac rubrum ; utique annuli lucidi æquales tum erant facti annulis lucidis illis, qui in quatuor primis obſervationibus hoſce proximo deinceps ordine ſinguli

guli ſingulos ambierant ; hoc eſt, macula alba in medio annulorum illorum, factus erat jam annulus albus, æqualis primo annulorum illorum lucidorum ; & primus annulorum illorum lucidorum , æqualis jam ei qui fuerat eorundem ſecundus ; & ſic deinceps. Etenim diametri annuli albi , cæterorumque annulorum lucidorum ei circumjectorum , erant jam circiter $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, $3\frac{3}{8}$, &c. unciæ.

Quum radiorum incidentis ac reflexi diſtantia inter ſe in charta , paulo etiam adhuc major eſſet facta ; emergebant deinde ordine e centro , poſt colorem rubrum antedictum ; purpureus, cæruleus, viridis , flavus , & ruber multum admodum purpuraſcens . Cumque color in centro clariſſimus eſſet , nempe inter flavum ac rubrum ; utique priores colores, indicus, cæruleus, viridis, flavus , & ruber, facti erant jam iris ſive annulus coloratus , æqualis primo annulorum illorum lucidorum, qui in quatuor primis obſervationibus apparuerant ; & annulus albus ſupra memoratus, qui jam erat ſecundus annulorum lucidorum, æqualis erat factus ſecundo priorum illorum annulorum lucidorum ; & primus annulorum illorum lucidorum , qui jam erat tertius , æqualis erat factus ei qui fuerat tertius illorum ; & ſic deinceps. Etenim diametri eorum , erant jam $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, $3\frac{7}{8}$, &c. unciæ . Diſtantia autem duorum luminis radiorum inter ſe, & diameter annuli albi , erant $2\frac{3}{8}$ unciæ.

Quum horum duorum radiorum diſtantia inter ſe uſque etiam adhuc major eſſet facta ; emergebat deinde e medio rubri purpuraſcentis , primo macula rotunda obſcurior ; poſtea autem , e medio hujus, alia macula clarior. Jamque colores illi proxime antecedentes (purpureus, cæruleus , viridis , flavus , & ruber purpuraſcens,) facti erant annulus æqualis primo annulorum illorum lucidorum in quatuor primis ſupra obſervationibus memoratorum ; annulique huic circumjecti , æquales annulis illi circumjectis , comparate . Diſtantia autem duorum luminis radiorum inter ſe , & diameter annuli albi , (qui jam tertius erat factus annulus ,) erant circiter 3 unciarum .

Poſthæc, colores annulorum in medio , valde diluti cœpti ſunt videri. Et , ſi diſtantia duorum illorum luminis radiorum inter ſe , adhuc ſemuncia , vel uncia adjecta, major uſque eſſet facta ; utique annuli iſti in medio evaneſcebant penitus ; permanente tamen aliquandiu annulo albo antedicto , una cum ſingulis biniſve annulorum ſibi utrinque proxime adjacentium . Verum ſi duorum radiorum luminis diſtantia illa inter ſe etiam adhuc major eſſet facta ; jam & hi quoque annuli evaneſcebant . Nam lumen quod e diverſis partibus foraminis in feneſtra , incidebat in ſpeculum in diverſis angulis incidentiæ ; fecit jam annulos diverſarum magnitudinum, qui ſeſe invicem diluebant expungebantque. Id quod intellexi , intercipiendo partem aliquam iſtius luminis . Etenim quum ea illius pars intercepta eſſet , quæ propius diſtaret ab axe ſpeculi ; annuli continuo videbantur contractiores : quum pars ea, quæ longius ab illo axe diſtaret ; videbantur ii magis dilatati.

OBSERVATIO XII.

Cum colores priſmate exhibiti projicerentur per vices ſuper ſpeculum , annulus ille, qui in duabus proxime præmiſſis obſervationibus albus fuerat, una jam eademque magnitudine erat in omnibus coloribus . At annuli extra eum jacentes , majores quidem erant in colore viridi quam in cæruleo , in flavo adhuc majores, maximique omnium in rubro ; & e contrario , annuli intra eum jacentes , minores erant in colore viridi quam in cæruleo, in flavo adhuc minores, minimique omnium in rubro . Etenim in illo quidem albo annulo ; quoniam anguli reflexionis radiorum , æquales eſſent angulis ſuis incidentiæ ; utique radii cujuſque reflexi vices intra vitrum poſt reflectendum, æquales erant tum longitudine tum numero, vicibus ejuſdem radii intra vitrum ante incidendum in ſuperficiem reflectentem : ac proinde, quando omnes quidem radii omnium generum , tum cum in vitrum ingrederentur , erant in vice ſua facilioris tranſmiſſus ; utique erant itidem in vice facilioris

Digitized by Google

ris tranſmiſſus tum, cum ad eandem ſuperficiem poſt reflectendum reverti ſſent; & conſequenter tranſmittebantur iterum, exibantque ad annulum album ſuper charta. Atque hæc quidem cauſa eſt, quamobrem annulus ille unam eandemque haberet magnitudinem in ſingulis coloribus, & in permixtione univerſorum albus appareret. Atqui in aliis annulis, quorum quidem radii aliis reflectuntur angulis; utique radii minime refrangibiles, quoniam vicium ſuarum intervalla maxima habent, efficiunt ut annuli, qui ſint ſuo colore, grandioribus quam cæteri augeantur vel minuantur intervallis, in progreſſione ſua utroque, ab annulo illo albo, ſive ad exteriora verſus, ſive ad interiora; adeoque annuli iſto colore, maximi ſint extra, intra autem minimi. Atque hæc quidem cauſa eſt, quamobrem in obſervatione proxime præmiſſa, cum ſpeculum illuminatum eſſet lumine albo, annuli exteriores, coloribus univerſis exhibiti, apparerent rubri extra, & cærulei intra; interiores autem, cærulei extra, & rubri intra.

Hæc ſunt phænomena craſſiorum vitri laminarum concavo-convexarum, quæ quidem una eademque uſquequaque ſint craſſitudine. Alia ſunt earundem phænomena, cum eæ paulo craſſiores ſint ex una parte quam ex altera; & alia adhuc, cum eæ magis minuſve concavæ ſint quam convexæ, vel cum ſint plano-convexæ, vel utrinque convexæ. Etenim in iſtis omnibus caſibus, exhibent eæ annulos quidem coloratos; ſed varia ratione. Quæ quidem omnia, quatenus ego quidem adhuc obſervaverim, conſequuntur ex propoſitionibus in fine tertiæ partis hujus libri ſubjunctis; adeoque ad veritatem propoſitionum iſtarum confirmandam faciunt. Verum enimvero phænomena illa multipliciora ſunt; & computationes, quibus ea ex dictis propoſitionibus deducuntur, perplexiores; quam ut ea hoc in loco amplius perſequar. Satis habebo hanc materiam eatenus me in præſenti eſſe proſecutum, ut, quibus quidem ex cauſis id genus phænomena oriuntur, invenerim; hocque inveniendo, propoſitiones in tertia parte hujus libri traditas ſatis confirmarim.

OBSERVATIO XIII.

Ut lumen reflexum a lente argento vivo faciem ſuam poſteriorem obtecta, exhibet annulos colorum ſupra deſcriptos; ita id, tranſeundo itidem per guttam aquæ, ſimiles colorum annulos efficere debet. Nempe, inter primam reflexionem radiorum intra guttam; colorum alii tranſmitti debent, ſicuti in lente; alii autem, reflecti ad oculum. Exempli gratia: Si diameter guttulæ ſive globuli aquæ, ſit circiter 500*ma* pars unciæ; ut adeo radius ruber, inter tranſeundum per medium iſtum globulum, habeat intra globulum 250 vices facilioris tranſmiſſus; radii autem rubri omnes, qui radium illum medium certo interjecto intervallo ambiunt circumcirca, habeant intra globulum 249 vices; ſimileſque radii omnes, majori quodam circumcirca interjecto intervallo, habeant 248 vices; radiique ſimiles, adhuc majori quodam circumcirca interjecto intervallo, 247 vices; & ſic deinceps: utique concentrici hi radiorum circuli, poſt tranſmiſſionem ſuam, incidentes in chartam albam, depingent in ea circulos rubros concentricos; ita quidem, ſi id luminis, quod per unum ſolum globulum tranſmittatur, ſatis forte ſit ut ſenſu percipi queat: &, ſimili ratione, radii aliorum colorum annulos itidem aliorum colorum exhibebunt. Finge jam, die ſereno, Solem collucere per tenuem nubeculam ex iſtiuſmodi globulis aquæ vel grandinis conſtantem; globuloſque iſtos eadem eſſe omnes magnitudine; jamque Sol per nubeculam iſtam conſpectus, cinctus utique videbitur concentricis colorum annulis, talibus ac diximus; eritque diameter primi annuli rubri, graduum $7\frac{1}{4}$; ſecundi, graduum $10\frac{1}{4}$; & tertii, 12, 33′; & pro eo ut aquæ globuli majores minoreſve fuerint, ita hi quoque annuli majores erunt ſacti vel minores. Hæc quidem eſt theoria: eique optime congruit experientia. Etenim menſe Junio 1692, vidi per reflexionem in vaſe aquæ ſtagnantis, tres Halos, coronas, ſive annulos coloratos circum Solem, ſpeciem præbentes trium parvarum iridum, idem cum Sole centrum habentes. Colores primæ ſive interioris coronæ

ſive

ſive Halo, erant cæruleus intra adverſus Solem, ruber extra, & albus in medio inter cæruleum ac rubrum. Colores ſecundæ erant purpureus ac cæruleus intra, extra ruber palleſcens, & viridis in medio. Colores tertiæ erant cæruleus palleſcens intra, & extra ruber palleſcens. Hæ coronæ erant ſibi invicem proxime circumjectæ; adeo ut colores ipſarum a Sole extrorſum, hoc eſſent continenter ordine diſpoſiti: cæruleus, albus, ruber; purpureus, cæruleus, viridis, flavus palleſcens, ruber; cæruleus palleſcens, & ruber palleſcens. Diameter ſecundæ coronæ, dimenſa ab uſque medio flavi ac rubri ex una parte Solis, ad medium ejuſdem coloris ex altera parte, erat graduum $9\frac{1}{3}$ circiter. Ad diametros primæ atque tertiæ dimetiendas, ſpatium temporis non habui: videbatur autem diameter primæ eſſe circiter 5 aut 6 graduum; & tertiæ circiter 12. Harum ſimiles coronæ, videntur nonnunquam & circum Lunam; nam in principio Anni 1664, Feb. XIX., veſperi, duas illiuſmodi coronas Lunam ambientes conſpicatus ſum. Diameter primæ, ſive interioris, erat circiter trium graduum; & ſecundæ quinque graduum cum dimidio. Proxime circum Lunam circulus erat albus; quem deinceps ambiebat corona interior, quæ intra (proxime circulum illum album) colore erat viridi ſubcæruleo, flavo autem ac rubro extra; hancque demum ambiebat corona exterior, quæ colore erat cæruleo ac viridi intra, extra autem rubro. Videbatur quoque eodem tempore Halos, intervallo graduum circiter 22, 35′, a centro Lunæ. Erat ea elliptica; ejuſque diameter longior perpendicularis erat horizonti, in inferiore ſui parte diſcedens longius a Luna. Audivi narratum, tres pluresve interdum coronas colorum concentricas Lunam ex ordine proxime ambire viſas fuiſſe. Utique quo magis æquales fuerint inter ſe globuli antedicti aquæ vel glaciei; eo plures apparere debebunt colorum coronæ, eoque clariores videbuntur ipſarum colores. Cæterum Halos illa, quæ Lunam intervallo graduum $22\frac{1}{2}$ ambiebat, alius eſt generis. Equidem ex eo, quod illa elliptica eſſet, longiuſque a Luna diſcederet in inferiore ſui parte quam in ſuperiore; colligere mihi videor, productam fuiſſe eam refractione in grandine aliqua vel nive aeri innatante, & ſitu quidem ad horizontem parallelo diffuſa; angulo refringente exiſtente nimirum graduum circiter 58 vel 60.

OPTI-

OPTICES
LIBER TERTIUS.

Obſervationes circa inflexiones radiorum luminis, & colores inde generatos.

Obſervavit *Grimaldus*, ſi Solis luminis radius immittatur in cubiculum tenebricoſum per foramen perexiguum; futurum ut umbræ corporum in iſto lumine poſitorum latiores ſint, quam deberent utique eſſe, ſi radii in rectis lineis prope corporum iſtorum extrema tranſirent; itemque umbras iſtas ternis inter ſe parallelis luminis colorati limbis, faſciolis, ſive ordinibus, fimbriatas viſum iri: verum ſi id foramen largius ſit factum; tum fimbrias illas in latitudinem ſe laxare; & inter ſe permiſceri invicem, ut adeo diſcerni amplius haud queant. Exiſtimarunt nonnulli, umbras haſce latiores, fimbriaſque coloratas, ortum ſuum habere ex conſucta aeris refractione. At hi quidem de re haud ſatis explorata judicarunt: etenim circumſtantiæ hujuſce phænomeni, quatenus ego quidem eas obſervaverim, hujuſmodi fuerunt.

OBSERVATIO I.

In lamella plumbea foramen exiguum acicula feci, cujus latitudo eſſet $\frac{1}{42}$ unciæ: nam 21 quidem ejuſmodi acicularum in ordinem compoſitæ, ſemunciam explebant latitudine. Per id foramen immiſi in cubiculum meum tenebricoſum, Solis luminis radium; comperique umbras capillorum, filorum, acicularum, ſtramenti, aliorumque id genus parvorum corporum, in illo luminis radio poſitorum multo eſſe latiores, quam deberent utique eſſe, ſi radii luminis prope corporum iſtorum extrema in lineis rectis tranſirent: & nominatim capillum humanum, cujus latitudo eſſet duntaxat $\frac{1}{280}$ unciæ, in illo lumine collocatum, intervallo circiter duodecim pedum a foramine, umbram projeciſſe, quæ, intervallo quatuor unciarum a capillo, haberet in latitudinem $\frac{1}{60}$ partem unciæ, hoc eſt, amplius quatuor partibus latior eſſet quam ipſe capillus; intervallo autem duorum pedum a capillo, haberet in latitudinem circiter $\frac{1}{28}$ unciæ, hoc eſt, decem partibus latior eſſet quam ipſe capillus; & intervallo decem pedum, haberet in latitudinem $\frac{1}{8}$ unciæ, hoc eſt, 35 partibus latior eſſet quam ipſe capillus.

Nec refert utrum capillus aere circundatus ſit, an alia quavis materia pellucida. Etenim, cum laminam vitream perpolitam madefeciſſem, capillumque in aqua ſuper id vitrum poſuiſſem, aliamque deinde laminam vitream perpolitam ſuperimpoſuiſſem, ut adeo aqua repleret id omne ſpatii quod inter vitra interjaceret; tenui laminas haſce in radio luminis antedicto, ita ut lumen per vitra ad perpendiculum tranſiret; jamque umbra capilli, iiſdem iterum interjectis intervallis, eandem, ac ante, magnitudinem habebat. Porro raſuræ, quæ forte in politis vitri laminis ineſſent, umbras itidem projiciebant, multo utique quam fieri debuit, latiores: itemque venæ in ejuſmodi politis vitri laminis, umbras latiores ſimiliter projiciebant. Quare nimia harum umbrarum latitudo, non ex aeris ſcilicet refractione, ſed omnino ex alia aliqua cauſa oriatur neceſſe eſt.

Sit igitur circulus X, (*Fig.* 1. *Tab. I.*) capilli pars media: A D G, B E H, & C F I, tres radii, tranſeuntes prope unum latus extremum capilli, in diverſis diſtantiis: K N Q, L O R, & M P S, alii tres radii, tranſeuntes prope alterum latus extremum capilli, in ſimilibus diſtantiis: D, E, F, & N, O, P, loca ubi

radii

radii infleſctuntur inter tranſeundum prope capillum: G, H, I, & Q, R, S, loca ubi radii incidunt in chartam G Q: I S, latitudo umbræ capilli projectæ in chartam: & T I, V S, duo radii, tranſeuntes ſine infleſctendo, (quum nimirum capillus ſubmotus ſit,) ad puncta I & S. Jam quidem manifeſtum eſt, lumen id omne, quod inter binos illos radios T I & V S intervenit, infleſcti inter tranſeundum prope capillum, & detorqueri ex umbra I S. Quippe ſiqua pars ejus luminis non infleſcteretur; incideret utique in chartam intra illam umbram, eamque ibi illuminaret; contra, quam experientia comperimus. Et quoniam, quando charta magno intervallo diſtet a capillo, umbra valde lata eſt; ideoque radii T I & V S, magno intervallo diſtant inter ſe: ſequitur utique capillum agere in radios luminis etiam majuſculo quidem interjecto intervallo præter ſe tranſeuntes. At vero agit is fortius in radios propius ſe tranſeuntes; eaque actio ita langueſcit gradatim, prout radii majoribus interjectis intervallis tranſeunt; quomodo rem in ſchemate expreſſam habes. Etenim hinc fit, ut umbra capilli multo latior ſit, pro ratione quidem diſtantiæ chartæ a capillo, tum quum charta propius a capillo diſtet, quam quum longius.

OBSERVATIO II.

Umbræ corporum omnium, (metallorum, lapidum, vitri, ligni, cornu, glaciei, &c.) in hoc lumine collocatorum, fimbriatæ erant ternis inter ſe parallelis luminis colorati limbis, ſive faſciis; quarum quidem fimbriarum ea, quæ eſſet umbræ contigua, latiſſima erat ac luminoſiſſima; quæ autem ab umbra maxime diſtaret, ea & anguſtiſſima erat, tamque debilis, ut ægre cerni potuerit. Colores ipſarum difficile erat diſcernere & diſtinguere inter ſe; niſi quum lumen exciperetur valde oblique charta lævi, vel alio aliquo corpore albo, æquo ac plano; quod ſcilicet efficeret ut ii multo, quam alioqui, latiores apparerent. Tumque colores manifeſto ſe exhibebant conſpiciendos, hoc ordine. Prima ſive interior fimbria, colore erat violaceo ac cæruleo ſaturo proxime umbram; deinceps cæruleo claro, viridi, ac flavo, in media ſui parte; & rubro, extra. Secunda fimbria ferme contigua erat primæ; & tertia, ſecundæ: ambæ autem, cæruleæ erant intra, & flavæ rubræque extra; verum colores ipſarum languidi erant admodum, tertiæ præſertim. Colores itaque ab uſque umbra, hoc erant ordine diſpoſiti; violaceus, indicus, cæruleus palleſcens, viridis, flavus, ruber; cæruleus, flavus, ruber; cæruleus palleſcens, flavus palleſcens, & ruber. Umbræ bullularum & raſurarum, quæ forte in politis laminis vitri ineſſent, erant itidem ſimilibus luminis colorati limbis fimbriatæ. Item, ſi laminæ vitreæ, quales ad ſpecula ſolent adhiberi, ſectæ in obliquum prope extrema ſua, collocentur in antedicto luminis radio; utique id lumen, quod per parallelas tranſibit vitri facies, fimbriatum erit iſtiuſmodi colorum limbis, qua parte eæ planæ facies committuntur cum planitie illa in obliquum ſecta; hocque pacto apparebunt nonnunquam quatuor vel quinque fimbriæ colorum. Sint videlicet A B, C D. (*Fig. 2. Tab. I.*) facies ſpeculi parallelæ; & B D, planities ſecta in obliquum, quæ ſcilicet cum facie A B in angulo valde obtuſo committatur ad B. Tranſeat jam id omne lumen, quod inter radios E N I & F B M intervenit, recta per planas vitri facies inter ſe parallelas, incidatque in chartam inter I & M; quodque inter radios G O & H D intervenit, refringatur id omne per planitiem B D in obliquum ſectam, incidatque in chartam inter K & L. Jamque lumen id, quod tranſit recta per planas vitri facies inter ſe parallelas, inciditque in chartam inter I & M; fimbriatum erit tribus pluribuſve limbis colorum, ad M.

Simili denique ratione, ſiquis Solem per plumam vel tæniam nigram oculo proxime applicatam intueatur; videbit is multos arcus coloratos; umbris nimirum, quas fibræ vel fila illa tenuia in tunicam retinam projiciunt, ejuſmodi fimbrias colorum ſibi adjunctas habentibus.

OB-

Digitized by Google

OBSERVATIO III.

Quum capillus diſtaret a foramine intervallo duodecim pedum; incideretque umbra ejus oblique in planam albamque ſcalam unciarum partiumque unciæ, ultra capillum intervallo ſemipedali collocatam; itemque eadem umbra exciperetur deinceps ad perpendiculum ſuper eadem ſcala, interjecto pedum novem intervallo: dimenſus ſum latitudinem umbræque & fimbriarum, quam potui accuratiſſime; invenique eas partibus unciæ deſcriptas, hujuſmodi eſſe.

	Intervallo ſemipedali.	*Intervallo novempedali.*
Latitudo umbræ.	$\frac{1}{54}$	$\frac{1}{9}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum interiorum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{38}$ vel $\frac{1}{39}$	$\frac{7}{50}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum mediarum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{23\frac{1}{2}}$	$\frac{4}{17}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum exteriorum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{18}$ vel $\frac{1}{18\frac{1}{2}}$	$\frac{3}{10}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum primæ & ſecundæ interjaceret.	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{21}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum ſecundæ & tertiæ interjaceret.	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{31}$
Latitudo partis lucidę (ſcilicet colorum viridis, albi, flavi, ac rubri,) fimbriæ primæ.	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{32}$
Latitudo ſpatii obſcurioris, inter fimbrias primam & ſecundam.	$\frac{1}{240}$	$\frac{1}{45}$
Latitudo partis lucidæ, fimbriæ ſecundæ.	$\frac{1}{290}$	$\frac{1}{55}$
Latitudo ſpatii obſcurioris, inter fimbrias ſecundam & tertiam.	$\frac{1}{340}$	$\frac{1}{63}$

Has

Digitized by Google

Has menſuras collegi, excipiendo umbram capilli adeo oblique ſuper ſcalam intervallo ſemipedali objectam, ut illa duodecim partibus latior appareret, quam cum ad perpendiculum in eandem ſcalam eodem interjecto intervallo incideret; tumque deinceps inſcribendo in tabula, partes duodecimas latitudinum eo modo obſervatarum.

OBSERVATIO IV.

Quum umbra fimbriæque projicerentur oblique ſuper corpus album æquum atque planum; idque corpus ab capillo removeretur gradatim; fimbria prima ſenſu percipi cœpta eſt, clariorque lumine reliquo videri, intervallo minore quam quartæ partis unciæ unius ab capillo; & linea obſcura, ſive parva umbra inter primam illam & ſecundam fimbriam, cerni cœpta eſt intervallo minore quam tertiæ partis unciæ. Fimbria ſecunda ſub aſpectum venire cœpit, intervallo minore a capillo quam unciæ dimidiatæ; & umbra inter ſecundam illam ac tertiam fimbriam, intervallo minore quam unciæ integræ; & tertia ipſa fimbria, intervallo minore quam trium unciarum. Majoribus deinceps interjectis ab capillo intervallis, multo adhuc manifeſtius ſub ſenſum ceciderunt hæ fimbriæ; attamen eaſdem quam proxime latitudinum ſuarum intervallorumque retinebant proportiones, ac quum apparerent primum. Etenim diſtantia inter mediam partem primæ fimbriæ, ac ſecundæ ad diſtantiam inter mediam partem ſecundæ, ac tertiæ erat, ut tria ad duo, vel decem ad ſeptem. Harumque duarum diſtantiarum poſterior æqualis erat latitudini luminis clari, ſive partis luminoſæ, fimbriæ primæ. Eaque latitudo ad latitudinem luminis clari fimbriæ ſecundæ erat, ut ſeptem ad quatuor; & ad intervallum obſcurum fimbriarum primæ ac ſecundæ, ut tria ad duo; & denique ad ſimile intervallum obſcurum fimbriarum ſecundæ ac tertiæ, ut duo ad unum. Videbantur enim fimbriarum latitudines eſſe in progreſſione numerorum, 1, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$; earumque intervalla in eadem eſſe progreſſione, ac ipſæ; hoc eſt, fimbriæ ipſæ, ſimulque earum intervalla, eſſe in continua progreſſione numerorum 1, $\sqrt{\frac{1}{2}}$, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{4}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$, quamproxime. Atque hæ quidem proportiones eædem fere permanſerunt, in omnibus diſtantiis a capillo. Nam intervalla obſcura fimbriarum, pro ratione quidem latitudinis fimbriarum ipſarum, æque lata erant tum cum primum apparerent, ac quum poſtea longe diſtarent a capillo; quamvis non æque tenebroſa utique & diſtincta.

OBSERVATIO V.

Cum Sol in cubiculum meum tenebricoſum per foramen $\frac{1}{4}$ unciæ latum colluceret; collocavi, interjecto duorum triumve pedum intervallo, plagulam chartæ conſpiſſatæ, denigratam ex utraque ſui parte, & in cujus medio foramen erat quadratum circiter $\frac{1}{4}$ unciæ quoquoverſus, per quod radius Solis tranſmitteretur. Tum deinde ad id foramen laminam cultri præacuti chartæ iſti conſpiſſatæ ita agglutinavi pice, ut ea luminis per foramen tranſmiſſi partem aliquam interciperet. Erant autem plana chartæ conſpiſſatæ & laminæ cultri, parallela inter ſe, & radiis luminis ad perpendiculum objecta. Jamque cum hæc ita eſſent collocata, ut nihil luminis in ipſam chartam conſpiſſatam incideret, ſed tranſmitteretur radius totus per foramen ad cultrum; ibique partim incideret in laminam cultri, partim prope aciem ejus tranſiret; excepi luminis partem eam, quæ prope aciem cultri tranſierat, ſuper charta alba deinceps, intervallo duorum triumve pedum, ultra cultrum collocata: ibique vidi duas luminis languidioris radiationes, utroque verſus e luminis radio illo in umbram, tanquam caudas cometarum, ſe emittentes. Verum, quoniam directum Solis lumen, nimia ſua claritate ſuper chartam, obſcurabat languidiores

Digitized by Google

haſce radiationes, adeo ut ægre eas diſcernere potuerim; pertudi adhuc & hanc chartam, ut Solis lumen & illic per parvum foramen tranſmiſſum, incideret demum in pannum nigrum ulterius collocatum; jamque binas illas radiationes ſuper charta, manifeſto admodum ſum conſpicatus. Erant hæ conſimiles plane inter ſe; & propemodum pares etiam longitudine ac latitudine, & quantitate luminis. Lumen ipſarum, qua parte id directo Solis lumini adjacebat, ſatis erat forte, circiter ad $\frac{1}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ unciæ; indeque, pro eo ac a directo illo lumine recedebat, minuebatur gradatim, uſquedum penitus ad ſenſum evaneſceret. Tota longitudo utriuſvis harum radiationum, dimenſa ſuper chartam intervallo trium pedum a cultro, erat circiter ſex vel octo unciarum; adeoque ſubtendebat angulum ad aciem cultri, circiter 10 vel 12 vel ſummum 14 graduum. Nonnunquam tamen videbar mihi videre, lumen ipſarum ad tres vel quatuor gradus adhuc ulterius ſe emittere; verum adeo valde languidum illud, ut & id vix diſcernere potuerim, & etiam ſuſpicatus ſim inſuper, poſſe id forſitan oriri (ex parte ſaltem) alia aliqua ex cauſa, quam duas ipſas videlicet radiationes. Etenim collocans oculum meum eo in lumine, ultra extremitatem radiationis illius quæ eſſet poſt tergum cultri; oculumque dirigens ad cultrum; diſcernere poteram in acie ejus, lineam quandam luminoſam: idque non modo cum oculus meus in eadem ſitus eſſet linea cum ipſis radiationibus illis; verum etiam cum extra lineam iſtam poſitus eſſet, ſive ad mucronem cultri, ſive ad manubrium verſus. Videbatur linea illa luminoſa, contigua eſſe aciei cultri; anguſtiorque erat, quam lumen fimbriæ interioris; & anguſtiſſima quidem tum eſt viſa, cum oculus meus a directo lumine longiſſime diſtaret; ideoque tranſire videbatur inter lumen fimbriæ illius interioris, ac aciem ipſam cultri; quæque ejus pars proxime aciem tranſiret, eam judicavi eſſe maxime inflexam, quanquam non quidem omnem.

OBSERVATIO VI.

Collocavi alium cultrum prope priorem, ita ut acies ipſorum parallelæ eſſent inter ſe, & invicem obverſæ; radiuſque luminis incideret in ambos ſimul cultros, ejuſque pars aliqua inter acies ipſorum tranſmitteretur. Cumque acies ipſorum diſtarent jam inter ſe circiter $\frac{1}{400}$ parte unciæ; radius inter acies tranſmiſſus diſpertivit ſe medium in binas partes, umbramque reliquit binis iſtis ſui partibus interjacentem. Umbra illa adeo nigra erat & tenebroſa, ut lumen id omne prorſus, quod inter cultros tranſiret, inflexum videretur, & vel in hanc vel in illam partem detortum. Et prout cultri ad ſe invicem propius admoverentur; ita umbra illa latior erat facta, radiationeſque antedictæ contrahebant ſeſe in brevitatem ab interioribus ſuis extremitatibus propius umbram; donec, cum cultri tandem ſe inter ſe contingerent, lumen totum penitus evaneſceret in umbram.

Atque hinc quidem id colligo; utique luminis illud, quod eſt minus inflexum, proficiſciturque ad interiores radiationum extremitates, tranſire videlicet præter cultrorum acies majuſculo interjecto intervallo; idque intervallum, tum quum umbra inter binas illas radiationes apparere incipit, eſſe circiter $\frac{1}{800}$ partem unciæ: quod autem luminis tranſit propius & propius acies cultrorum; id utique magis adhuc magiſque eſſe inflexum, proficiſcique ad eas videlicet radiationum partes, quæ ſint a directo lumine longius longiuſque remotæ; quippe, quando cultri ad ſe invicem propius admoveantur uſque dum contingant plane inter ſe, eæ ſemper radiationum partes evaneſcunt poſtremæ, quæ fuerint a directo lumine maxime remotæ.

OBSERVATIO VII.

In quinta obſervatione, fimbriæ non apparebant; ſed, propter nimiam foraminis in feneſtra latitudinem, adeo latæ erant factæ, ut ſibi invicem intermiſcerentur, adeo-

adeoque in unum coirent continuum lumen in principio radiationum. Verum in ſexta obſervatione, prout cultri ad ſe mutuo admoverentur propius, paulo antequam umbra inter binas radiationes appareret, cerni cœptæ ſunt fimbriæ ab interioribus extremitatibus radiationum ex utraque parte directi luminis; tres videlicet ex una parte, factæ ab acie unius cultri; & tres ex altera parte, factæ ab acie alterius cultri. Diſtinctiſſimæ tum erant, cum cultri a foramine in feneſtra maximo diſtarent intervallo; & quanto anguſtius factum eſſet id foramen, tanto adhuc diſtinctiores videbantur iſtæ fimbriæ; adeo ut, ultra ternas ſupra memoratas, cernere nonnunquam potuerim languidum aliquod indicium etiam quartæ. Porro, pro eo ac cultri propius ad ſe invicem admoverentur; ita fimbriæ diſtinctiores perpetuo ampliores ſque evadebant, uſquedum evaneſcerent. Prima omnium evaneſcebat fimbria exterior, deinde media, poſtremo interior. Cumque omnes porro evanuiſſent; lineaque luminoſa intermedia, valde lata eſſet facta, extendens ſeſe utroque in radiationes illas in quinta ſupra obſervatione memoratas; cœpit deinceps apparere umbra antedicta in medio hujus lineæ, eamque mediam diviſit in binas lineas luminoſas, ipſaſque augebatur porro uſque, donec totum lumen evaneſceret. Utique tanta erat hæc fimbriarum amplificatio, ut radii qui ad fimbriam interiorem proficiſcuntur, viderentur amplius viginti partibus magis eſſe inflexi tum, quum illa prope eſſet ut evaneſceret, quam quum cultrorum alter eſſet ſubmotus.

Atque ex hac quidem & ſuperiore obſervationibus inter ſe collatis, id colligo: utique lumen primæ fimbriæ tranſiiſſe præter cultri aciem, interjecto intervallo majore quam $\frac{1}{800}$ partis unciæ; lumenque ſecundæ fimbriæ tranſiiſſe majore intervallo interjecto, quam fecerat lumen primæ; lumenque tertiæ, majori adhuc intervallo quam lumen ſecundæ, lumen autem radiationum illarum in quinta & ſexta obſervationibus deſcriptarum, tranſiiſſe propius cultrorum acies, quam fecerat ulla fimbriarum.

OBSERVATIO VIII.

Cum duos cultros ita acui juſſiſſem, ut acies eis admodum exactæ atque rectæ eſſent datæ; mucroneſque ipſorum ita in tabulam infixiſſem, ut acies eorum & eſſent invicem obverſæ, & concurrentes prope a mucronibus angulum rectilineum continerent inter ſe: manubria eorum deinceps, interpoſita picis maſſula, interjunxi; ne poſſet angulus iſte torquendo variari. Diſtantia acierum cultrorum inter ſe, intervallo quatuor unciarum a puncto angulato ubi acies iſtæ concurrebant, erat $\frac{1}{8}$ unciæ; ideoque angulus, quem acies inter ſe concurrentes continerent, erat circiter gradus 1, 54′. Cultros hoc modo conjunctos collocavi in radio Solis immiſſo in cubiculum meum tenebricoſum per foramen $\frac{1}{42}$ parte unciæ latum; collocabam autem eos ita, ut intervallo decem vel quindecim pedum ab iſto foramine diſtarent. Jamque excipiens id lumen, quod inter acies cultrorum tranſmitteretur, valde oblique ſuper normam albam ac lævem, intervallo ſemunciæ vel unciæ a cultris; vidi ibi fimbrias, quas effecerunt binæ cultrorum acies, porrectas ſecundum extremas cultrorum umbras in lineis ad umbrarum iſtarum extremitates parallelis, nec quicquam (quod quidem ſenſu percipi poſſet) ſe in latitudinem laxantes, donec concurrerent tandem in angulis qui eſſent æquales angulo iſti quem continerent inter ſe binæ cultrorum acies; ubi autem ita concurrebant & coibant, ibi ſine decuſſando penitus terminabantur. Verum ſi norma jam multo majori intervallo a cultris diſtaret; fimbriæ, ubi longius aberant a concurſu ſuo, latitudine erant paulo minori; & latiores fiebant aliquanto, prout ad ſe invicem propius accedebant; cumque coirent, decuſſabantur deinceps, multoque quam antea fiebant uſque latiores.

Unde id colligo; utique diſtantias, quibus fimbriæ præter cultrorum acies tranſeant, non augeri vel immutari appropinquatione mutua cultrorum inter ſe; verum an-

angulos quidem, in quibus radii ibi inflectuntur, multum augeri iſta cultrorum appropinquatione; cultrumque qui ſit propior alicui radio, eum quidem determinare quam in partem inflectendus ſit iſte radius; cultrum autem alterum, ei inflexionem iſtam adaugere.

OBSERVATIO IX.

Cum radii inciderent valde oblique ſuper normam, intervallo $\frac{1}{8}$ unciæ a cultris; linea obſcura inter primam & ſecundam fimbriam umbræ cultri unius, & linea obſcura inter primam & ſecundam fimbriam umbræ cultri alterius, concurrebant inter ſe intervallo $\frac{1}{5}$ unciæ ab extremo illo lumine quod inter cultros in acierum ſuarum concurſu tranſmittebatur. Ideoque diſtantia acierum cultrorum inter ſe, qua parte hæ lineæ obſcuræ concurrebant, erat $\frac{1}{160}$ pars unciæ. Nam ut quatuor unciæ ad $\frac{1}{8}$ partem unciæ: ita eſt quævis longitudo acierum cultrorum, a puncto concurſus ſui dimenſa, ad diſtantiam acierum iſtarum inter ſe, qua parte eæ interjecto longitudinis iſtius intervallo a puncto concurſus diſtant: nimirum ita eſt $\frac{1}{5}$ pars unciæ ad $\frac{1}{160}$ partem unciæ. Itaque lineæ illæ obſcuræ ſupra memoratæ, concurrunt in medio ejus luminis, quod inter cultrorum acies tranſmittitur qua parte eæ diſtant inter ſe $\frac{1}{160}$ partem unciæ. Parſque dimidia ejus luminis tranſit præter aciem cultri unius, intervallo non majore $\frac{1}{320}$ partis unciæ, incidenſque in chartam exhibet ibi fimbrias umbræ cultri iſtius: pars autem altera dimidia ejus luminis, tranſit præter aciem cultri alterius, intervallo itidem non majori $\frac{1}{320}$ partis unciæ; incidenſque in chartam, exhibet ibi fimbrias umbræ cultri alterius. Verum ſi charta illa, qua radii excipiantur, diſtet a cultris intervallo majori quam $\frac{1}{8}$ partis unciæ; jam lineæ obſcuræ ſupra memoratæ, concurrent inter ſe majori intervallo, quam $\frac{1}{5}$ partis unciæ, ab extremo illo lumine quod inter cultros in acierum ſuarum concurſu tranſmittitur: ideoque lumen quod incidit in chartam, qua parte lineæ iſtæ obſcuræ concurrunt inter ſe, tranſmittitur jam ipſum quidem inter cultros qua parte acies ipſorum diſtant inter ſe amplius $\frac{1}{160}$ parte unciæ.

Etenim, alio quodam tempore, cum iidem bini cultri collocati intervallo octo pedum ac quinque unciarum a parvo foramine in feneſtra, quod acicula (ut ſupra) feceram; lumen quod incidebat in chartam qua parte lineæ obſcuræ ſupra memoratæ concurrebant inter ſe, tranſmiſſum erat tunc inter cultros qua parte acies ipſorum diſtarent inter ſe intervallis in ſequenti tabula expreſſis, quum nimirum charta a cultris diſtaret intervallis in eadem itidem tabula deſcriptis.

Diſtan-

Diſtantiæ chartæ a cultris, menſura unciaria expreſſæ.	*Diſtantiæ acierum cultrorum inter ſe, partibus unciæ milleſimis expreſſæ.*
$1\frac{1}{2}$.	0'012.
$3\frac{1}{3}$.	0'020.
$8\frac{3}{5}$.	0'034.
32.	0'057.
96.	0'081.
131.	0'087.

Atque hinc quidem id colligo; lumen, quod fimbrias exhibet in charta, non utique idem eſſe lumen in omnibus diſtantiis chartæ a cultris; ſed quum charta propius ad cultros admota ſit, tum ſcilicet fimbrias oriri ex radiis qui & propius præter acies cultrorum feruntur, & inflectuntur magis, quam quum charta majori interjecto intervallo a cultris diſtet.

OBSERVATIO X.

Quum cultrorum umbrarum fimbriæ inciderent ad perpendiculum in chartam magno intervallo objectam; videbantur eæ hyperbolarum forma ac ſpecie, menſuraſque habebant illas quæ ſequuntur. Sint C A & C B, (*Fig.* 3. *Tab. I.*) lineæ in charta ductæ, cultrorum aciebus parallelæ, & inter quas lumen omne inter cultros tranſmiſſum incideret utique, ſi id inter cultrorum acies plane ſine inflectendo foret tranſmiſſum. Sitque D E linea recta per punctum C ducta; qua & anguli A C D, B C E, inter ſe fiant æquales; & lumen id omne, quod incidit in chartam a puncto ubi cultrorum acies concurrunt, terminetur. Porro, ſint *e i s*, *f k t*, & *g l v*, tres lineæ hyperbolicæ, repræſentantes terminum umbræ cultri unius, lineam obſcuram inter fimbrias primam & ſecundam iſtius umbræ, & lineam obſcuram inter fimbrias ſecundam & tertiam ejuſdem umbræ: & *x i p*, *y k q*, & *z l r*, aliæ tres lineæ hyperbolicæ, repræſentantes terminum umbræ cultri alterius, lineam obſcuram inter fimbrias primam & ſecundam umbræ iſtius, & lineam obſcuram inter fimbrias ſecundam & tertiam ejuſdem umbræ. Finge tres haſce hyperbolas, ſimiles & æquales eſſe tribus prioribus, eaſque in tranſverſum ſecare in punctis *i*, *k*, & *l*; umbraſque cultrorum terminari, & a primis fimbriis luminoſis diſtingui, lineis *e i s* & *x i p*; uſque eo donec fimbriæ illæ inter ſe concurrant; & ſeſe mutuo in tranſverſum ſecent; tumque deinde lineas iſtas fimbriis ipſis incurrere, & tanquam totidem lineas tenebroſas ſecare eas in obliquum, terminantes deinceps primas luminoſas fimbrias ab interiore ſui parte, eaſque diſtinguentes ab alio quodam lumine, quod incipit porro apparere in *i*, illuminatque totum ſpatium triangulum *i p* D E *s*, definitum lineis illis obſcuris & linea recta D E. Jam quidem harum hyperbolarum aſymptotos una eſt linea ipſa D E; alteræ autem earundem aſymptoti, parallelæ ſunt lineis C A & C B. Sit igitur *r v* linea ducta ubivis ſuper chartam, parallela aſym-

aſymptoto D E; ſecetque hæc linea lineas rectas A C in *m* & B C in *n*, & lineas ſex hyperbolicas obſcuras in punctis *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *v*. Jamque dimetiendo diſtantias *p s*, *q t*, *r v*; indeque colligendo longitudines ordinatarum *n p*, *n q*, *n r*, vel *m s*, *m t*, *m v*; idque in diverſis diſtantiis lineæ *r v* ab aſymptoto D E: utique invenire poteris quot libuerit puncta harum hyperbolarum; indeque intelligere, lineas haſce curvas eſſe ſcilicet hyperbolas, parum admodum diſtantes ab hyperbolis conicis: item dimetiendo lineas C *i*, C *k*, C *l* invenire poteris alia harum curvarum puncta.

Exempli gratia: Cum cultri diſtarent a foramine in feneſtra, decem pedibus; chartaque a cultris, pedibus novem; anguluſque quem continebant inter ſe cultrorum acies, cui nimirum æqualis eſt angulus A C B, ſubtenderetur chorda quæ eſſet ad ſemidiametrum ut 1 ad 32; lineaque *r v* diſtaret ab aſymptoto D E, uncia dimidiata: dimenſus ſum lineas *p s*, *q t*, *r v*, invenique eas, 0'35, 0'65, 0'98 partes unciæ comparate; addendoque ad earum dimidias lineam $\frac{1}{2}$ *m n*, quæ hic erat $\frac{1}{128}$ pars unciæ, ſive 0'0078;) ſummæ *n p*, *n q*, *n r*, erant 0'1228, 0'3328, 0'4978 unciæ. Dimenſus ſum quoque diſtantias fimbriarum, quæ porrigebant ſe inter *p q* & *s t*, *q r* & *t v*, & proxime ultra *r* & *v*; qua parte nimirum lumen ipſarum cujuſque clariſſimum erat: invenique eas 0'5, 0'8, & 1'17 uncias.

OBSERVATIO XI.

Cum Sol in cubiculum meum tenebricoſum colluceret per parvum rotundum foramen, quod in lamina plumbea feceram tenui acicula, ut ſupra; collocavi ad id foramen priſma, quo lumen refringeretur, depingeretque in oppoſito pariete imaginem coloratam talem, qualem in tertio experimento primæ partis primi libri deſcripſimus. Tumque inveni umbras corporum omnium in lumine illo colorato inter priſma & parietem collocatorum, fimbrias ſibi habere ejus ſolummodo coloris, qui eſſet luminis in iſta corpora eo tempore projecti. In lumine rubro ſaturo, fimbriæ hæ erant ex toto rubræ; nihil quicquam habentes, quod quidem ſenſu percipi poſſet, coloris cærulei aut violacei. Contra, in lumine cæruleo ſaturo, erant eædem ex toto cæruleæ; nihil ſibi habentes, quod quidem ſenſu percipi poſſet, coloris rubri vel flavi. Similiter, in viridi lumine, erant eædem ex toto virides; excepto quod paululum tum in eis ineſſet coloris flavi ac cærulei, qui nimirum colores in viridi priſmatis lumine erant adhuc aliqua portione admixti. Porro, comparans inter ſe fimbrias in luminibus diverſorum colorum exhibitas; obſervavi eas, quæ eſſent in lumine rubro exhibitæ, omnium eſſe maximas; quæ in lumine violaceo, minimas; quæque in lumine viridi, magnitudine intermedias. Etenim, cum fimbrias, quæ capilli humani umbræ adhærerent, dimetirer in tranſverſum umbræ, intervallo ſex unciarum a capillo; diſtantia inter partem mediam ſive luminoſiſſimam primæ ſive interioris fimbriæ ex una parte umbræ, & partem eandem fimbriæ conſimilis ei ex oppoſito reſpondentis ex altera parte umbræ, erat in lumine quidem rubro ſaturo $\frac{1}{37\frac{1}{2}}$ pars unciæ; in lumine autem violaceo ſaturo, $\frac{1}{46}$. Item ſimilis diſtantia inter medias ſive luminoſiſſimas partes ſecundarum fimbriarum, ex utraque parte umbræ, erat, in lumine quidem rubro ſaturo, $\frac{1}{22}$; in violaceo autem, $\frac{1}{27}$ pars unciæ. Atque hæ quidem diſtantiæ fimbriarum inter ſe, eandem plane proportionem retinebant in omnibus diſtantiis a capillo, ſine ulla variatione quæ quidem ſenſu percipi potuerit.

Itaque radii, ex quibus fimbriæ iſtæ compoſitæ erant in lumine rubro, tranſibant præter capillum, majori interjecto intervallo, quam ii, ex quibus ſimiles compoſitæ erant fimbriæ in lumine violaceo. Quare capillus, in fimbriis iſtis conformandis, agebat ſimiliter in lumen rubrum, ſive radios minime refrangibiles, majori interjecto intervallo; ac in lumen violaceum, ſive radios maxime refrangibiles, mino-

ri

ri interjecto intervallo: ſuaque iſta videlicet actione, digerebat lumen rubrum in fimbrias ampliores, violaceum in contractiores, radioſque coloribus intermediis in fimbrias magnitudinibus comparate intermediis; nihil interim omnino immutato luminis ullum genus colore.

Quum igitur capillus in prima ac ſecunda harum obſervationum collocatus eſſet in radio albo luminis ſolaris; umbramque projiceret, ternis luminis colorati limbis fimbriatam; utique colores iſti non oriebantur ex novis ullis modificationibus, quas capillus ſcilicet radiis luminis impreſſerit; ſed ex variis duntaxat inflexionibus, quibus radii diverſorum generum a ſe invicem ſepararentur: qui quidem radii ante ſeparandum, compoſuerant, permixtione colorum ſuorum omnium inter ſe, radium album luminis ſolaris; verum quandocunque ſint a ſe invicem ſeparati, conſtituunt lumina diverſis illis coloribus, quibus ii exhibendis ſinguli natura apti ſunt facti. In hac undecima obſervatione, ubi colores jam erant ante a ſe invicem ſeparati, quam lumen præter capillum tranſiret; radii minime refrangibiles, qui, quandocunque ſint a reliquis ſeparati, colorem rubrum exhibent, inflectebantur majori jam intervallo diſtante a capillo; adeo ut ii ternas fimbrias rubras exhiberent, majori intervallo diſtantes a media parte umbræ capilli: radii autem maxime refrangibiles, qui, quandocunque ſint a reliquis ſeparati, colorem violaceum exhibent, inflectebantur minori jam intervallo diſtantes a capillo; adeo ut hi ternas fimbrias violaceas exhiberent, minori intervallo diſtantes a media parte umbræ capilli: & radii intermediis refrangibilitatis gradibus, inflectebantur intermediis jam intervallis diſtantes a capillo; adeo ut illi fimbrias intermediis coloribus exhiberent, intermediis intervallis diſtantes a media parte umbræ capilli. In ſecunda autem obſervatione, ubi colores univerſi permixti ſunt inter ſe in lumine albo prope capillum jam tranſeunte; colores illi ſeparantur ibidem per varias radiorum inflexiones: fimbriæque quas ii ſinguli exhibent, apparent ſimul omnes. Fimbriæque interiores, contiguæ exiſtentes inter ſe, conficiunt unam fimbriam latam, ex coloribus univerſis ordine diſpoſitis conſtantem; colore violaceo nimirum jacente ab interiori parte fimbriæ, proxime umbram; rubro ab exteriori parte fimbriæ, remotiſſime ab umbra; & cæruleo, viridi, ac flavo, in media parte fimbriæ. Item fimbriæ mediæ, ex coloribus ſingulis ordine itidem diſpoſitis conſtantes, & contiguæ jacentes inter ſe, conficiunt ſimiliter aliam fimbriam latam, ex coloribus univerſis compoſitam. Fimbriæque exteriores denique, ex coloribus ſingulis ordine diſpoſitis conſtantes, & contiguæ jacentes inter ſe, conficiunt tertiam fimbriam latam, ex univerſis itidem coloribus compoſitam. Hæ ſunt ternæ illæ fimbriæ luminis colorati, quibus in ſecunda obſervatione corporum omnium umbræ terminantur.

Cum præmiſſas obſervationes facerem, ſtatueram mecum pleraſque earum majori cum accuratione iterare, aliaſque aliquas de novo inſuper adjicere; quo nimirum id exploratum tandem haberemus, quem in modum & qua ratione radii luminis inflectantur inter tranſeundum prope corporum omnium extrema, ad conficiendas fimbrias illas coloratas cum lineis ſuis obſcuris interjectis. Verum ab hiſce ſtudiis tum forte avocatus ſum; & non poſſum id nunc in animum meum inducere, ut ad ſtudia hæc intermiſſa iterum me referam. Quare, cum hanc inſtituti mei partem non abſolverim, concludam, proponendo ſolummodo Quæſtiones aliquas, quibus alii poſtea in hac materia ulterius proſequenda dirigi queant.

QUÆSTIO I.

Annon corpora agunt in lumen, interjecto aliquo intervallo; ſuaque illa actione radios ejus inflectunt? Eoque fortior (cæteris paribus) eſt illa actio, quo id intervallum eſt minus?

QUÆSTIO II.

Annon radii, qui differunt inter ſe refrangibilitate, iidem flexibilitate quoque inter ſe differunt? Et diverſis ſuis ſingulorum inflexionibus ita porro a ſe invicem ſeparantur, ut ordinatim exinde in ternas illas fimbrias coloratas digerantur, ſupra memoratas? Item, Quemnam in modum inflectuntur radii, ad fimbrias illas conformandas?

QUÆSTIO III.

Annon radii luminis, inter tranſeundum prope corporum extremitates, inflectuntur ſæpius ultro citroque, motu quodam undante ac ſinuoſo, inſtar anguillæ? Ternæque luminis colorati fimbriæ ſupra memoratæ, ex ternis iſtiuſmodi inflexionibus oriuntur?

QUÆSTIO IV.

Annon radii luminis, qui in corpora incidentes, reflectuntur vel refringuntur, inflecti incipiunt antequam ad corpora ipſa perveniunt? Et reflectuntur, refringuntur, atque inflectuntur, una eademque vi, varie ſe in variis circumſtantiis exerente?

QUÆSTIO V.

Annon corpora ac lumen agunt in ſe mutuo: corpora videlicet in lumen, emittendo id, reflectendo, refringendo, & inflectendo; lumen autem in corpora, ad ea calefacienda ſcilicet, motumque vibrantem, in quo calor conſiſtit, in partibus ipſorum excitandum?

QUÆSTIO VI.

Annon corpora nigra calorem de lumine ideo facilius, quam corpora colorata, concipiunt; quia luminis id, quod in illa incidit, non reflectitur extra, ſed ingreditur in ipſa corpora, intraque ea reflectitur ac refringitur ſæpius atque iterum uſque eo, donec reſtinguatur penitus & intercidat?

QUÆSTIO VII.

Annon ejus actionis, quæ mutua eſt inter lumen & corpora ſulphuroſa, vis illa fortior & validior ſuperius memorata, partim in cauſa eſt, quamobrem corpora ſulphuroſa ignem adeo concipiant facilius, & vehementius ardeant, quam alia corpora?

QUÆSTIO VIII.

Annon corpora omnia fixa, quum ſint ultra certum gradum calefacta, emittunt lumen & ſplendent? Eaque luminis emiſſio per motus vibrantes partium ſuarum efficitur? Et annon corpora omnia, quæ partibus abundant terreſtribus, & præſertim ſulphuroſis, lumen emittunt, quotieſcunque partes illæ ſatis ſint agitatæ; ſive id calore fiat, ſive attritu, ſive percuſſu, ſive putreſcendo., ſive motu aliquo vitali, ſive alia quavis de cauſa? ut aqua marina, ſæviente procella; argentum vivum, in vacuo agitatum; felis dorſum, vel equi collum, manu oblique in loco tenebricoſo affrictum; ligna, carnes, & piſces, dum putreſcunt; vapores ex aquis putridis,

dis, qui ignes fatui vulgo appellantur; metæ fœni ſegetiſve ſubhumidæ, fermenteſcentes; cicindelæ, & animalium quorundam oculi, motu quodam vitali; Phoſphorus Bononienſis, radiis luminis agitatus; phoſphorus vulgaris, corporis cujuſvis attritu, vel acidis aeris particulis, agitatus; electrum, & adamantes aliqui, feriendo, premendo, vel fricando: chalybis ſtrigmenta, ſilice decuſſa; ferrum ictibus malleorum calefactum, donec ſulphur ſibi injectum accendat; axes curruum, motu rotarum rapidiore incenſi; & certi liquores inter ſe permixti, quorum particulæ cum impetu concurrunt; ut oleum vitrioli a nitro pari pondere diſtillatum, dein dupla portione mixtum cum oleo caryophyllorum, ſive aniſi. Similiter globus vitreus, diametro circiter 8 aut 10 unciarum, machinæ verſatili infixus, ut circa axem ſuum motu celerrimo circumagatur; qua ſui parte vola manus appoſita inter volvendum confricetur, lucebit. Quod ſi eodem tempore charta alba, aut linteum album, vel etiam digitus extremus ita admoveatur, ut circiter quarta vel dimidia unciæ parte diſtet a vitro, qua parte motus ejus eſt celerrimus; vapor electricus frictione manus e vitro excitatus, & ad chartam albam, linteum, vel digitum alliſus, ita agitabitur, ut lucem continuo emittat, efficiatque ut charta illa alba, linteum, vel digitus, tanquam cicindela, luceſcat: quin & e vitro erumpens, ea vi nonnunquam ad digitum allidetur, ut etiam tactu percipi queat. Quod idem quoque evenit, quando cylindrus e vitro electrove, longus & amplus, charta manu admota eouſque confricetur, donec vitrum incaluerit.

QUÆSTIO IX.

Annon Ignis corpus eſt eouſque calefactum, ut copioſius lumen emittat? Quid enim aliud eſt ferrum candens, niſi ignis? Quidve aliud eſt carbo candens, niſi lignum eouſque calefactum, ut id lumen emittat?

QUÆSTIO X.

Annon Flamma, vapor eſt, fumus, ſive exhalatio candefacta; hoc eſt, calefacta uſque eo, ut lumen emittat? Corpora enim flammam non concipiunt, niſi ſi emittant fumum copioſum; qui porro fumus ardet in flamma. Ignis fatuus eſt vapor ſine calore lucens: & nonne eadem differentia eſt inter iſtum vaporem & flammam, ac inter lignum putridum ſine calore lucens, & carbones candentes? Inter diſtillandum ſpiritus calidos, ſi caput alembici ſubmoveatur; vapor, qui ex alembico aſcendit, ignem concipiet de candela, & in flammam convertetur; eaque flamma ſerpet per vaporem, ab uſque candela ad alembicum. Aliqua corpora motu vel fermentatione calefacta, ſi utique calor iſte ſit magnus, fumum emittunt copioſum; ſique corpora ea ſatis admodum incaleſcunt, fumi iſti lucebunt & ſeſe in flammam convertent. Metalla liquefacta flammam non concipiunt, inopia fumi copioſi; *zinetum* ſi excipias, quod & fumum emittit copioſum, eoque & flammas fundit. Corpora omnia quæ flammam alunt, ut oleum, ſebum, cera, lignum, carbones foſſiles, pix, & ſulphur, abſumuntur flamma ſua, & in fumos candentes abeunt. Qui quidem fumus, ſi extinguatur flamma, valde utique craſſus fit, & ſub aſpectum cadit, & nonnunquam etiam late olet; verum in flamma amittit is omnem odorem ſuum ardendo: & pro hujus quidem fumi natura, flamma ipſa colores inſuper varios trahit; ut flamma ſulphuris, cæruleum; cupri, cujus partes Sublimato reſeratæ fuerint, viridem; ſebi, flavum; & camphoræ, album. Utique fumus, inter tranſeundum per flammam, fieri non poteſt quin candeſcat; & fumus candefactus non poteſt non habere ſpeciem flammæ. Pulvis tormentarius, quum ignem concipit, abit in fumum flammantem. Carbo nimirum & ſulphur, ignem concipiunt facillime; nitrumque accendunt; nitrique ſpiritus inde in vaporem rarefactus, proruit cum exploſione; ſimiliter ac aquæ vapor ex æolipila. Sulphur quoque, ut eſt volatile, convertit ſe itidem in vaporem; id quod exploſionem illam adauget.

Adhæc, acidus ſulphuris vapor, (is videlicet, qui ſub campana diſtillat in oleum ſulphuris,) vi introdans ſeſe in corpus fixum nitri, ſpiritum nitri etiamnum expedit ac laxat, ingentemque excitat fermentationem; qua porro & calor augetur, nitrique corpus fixum rareſit in fumum, quo exploſio etiam adhuc vehementior fit atque acutior. Etenim ſi ſal tartari inſuper admiſceatur pulveri tormentario; eaque permixtio caleſiat gradatim; uſque dum ignem concipiat; utique exploſio porro adhuc etiam amplius violenta atque acuta reddetur. Id quod nulla alia ſane ex cauſa oriri poteſt, quam ex actione vaporis pulveris tormentarii in ſalem tartari, qua ſal iſte rareſiat. Exploſio itaque pulveris tormentarii oritur ex celeri ac violenta actione, qua tota permixtio ſubito & vehementer caleſacta, rareſit utique & convertit ſe in fumum ſive vaporem: qui denique vapor, actionis iſtius violentia eodem tempore candeſactus, flammæ nimirum ſpeciem exhibet.

QUÆSTIO XI.

Annon corpora magna calorem ſuum conſervant diutiſſime, partibus ſuis ſe mutuo nimirum caleſacientibus? Et nonne fieri poteſt, ut corpus magnum, denſum atque fixum, quum caleſactum ſit ultra certum gradum, lumen utique emittat adeo copioſe, ut emiſſione illa ac reactione luminis ſui, & reflexionibus refractionibuſque radiorum intra occultos ſui meatus, incaleſcat adhuc uſque amplius; caloris nimirum plura perpetuo momenta ex hiſce cauſis trahens, quam refrigerationis ex aliis cauſis; donec ad certum tandem caloris gradum perveniat, qualis eſt calor Solis?

Item, Annon Sol & Stellæ fixæ, ingentes ſunt terrarum globi, vehementer calidi; quorum utique calor conſervatur corporum ipſorum magnitudine, & mutua actione ac reactione quæ eſt inter ipſa & lumen quod emittuot; & quorum partes quidem ne in fumos abeant, facit non modo ſua ipſorum adeo fixa admodum natura, verum etiam ingens pondus denſitaſque atmoſphærarum ſibi circumcirca incumbentium, & ingenti niſu undique comprimentium, & condenſantium vapores atque exhalationes quotquot ſeſe uſpiam emiſerint? Etenim ſi aqua in vaſe aliquo pellucido tepeſiat, & aer deinde e vaſe exhauriatur; aqua iſta in vacuo ebulliet nihilo minus vehementer, quam ſi in vaſe igni impoſito calorem multo majorem in aperto aere concepiſſet. Nam atmoſphæræ incumbentis pondus vapores deprimit, impeditque quominus aqua ebulliat, donec calorem contraxerit multo majorem, quam quo ad ejuſdem in vacuo ebullitionem excitandam opus ſit. Item, mixtura ſtanni & plumbi, ferro candenti in vacuo impoſita, fumum emittit, atque etiam flammam: eadem autem mixtura, in aperto aere, propter atmoſphæræ incumbentis pondus, ne fumum quidem, qui viſu percipi poſſit, emittit. Similiter fieri poteſt, ut ingens atmoſphæræ, quæ globo Solis incumbit, pondus efficiat ne corpora ibi in vapores & fumos abire queant, niſi ope caloris longe majoris, quam qui eadem in terræ noſtræ ſuperficie facillime in vapores & fumos ſolveret; idemque illud ingens pondus, vapores & exhalationes, ſimul ac e Sole aſcendunt, ſtatim iterum condenſet; efficiatque, ut in Solis globum continuo recidant, caloremque ipſius actione ſua eodem modo adaugeant, quo aer in terra noſtra calorem ignis culinarii auget; itemque prohibeant ne ingens ille globus imminuatur, niſi forte luminis & vaporum quorundam exhalationumque admodum tenuium emiſſione.

QUÆSTIO XII.

Annon radii luminis, incidendo in fundum oculi, excitant vibrationes quaſdam in tunica retina; quæ quidem vibrationes, propagatæ inde per ſolidas nervorum opticorum fibras in cerebrum uſque, ſenſum ibi videndi excitent? Nam, quandoquidem corpora denſa conſervant calorem ſuum diutius; & ut quodque corpus denſiſſimum eſt, ita calorem ſuum diutiſſime conſervat; utique vibrationes partium ſuarum

rum natura ſunt durabili, adeoque propagari poſſunt in longinqua uſque ſpatia per ſolidas materiæ uniformis ac denſæ fibras, ad tranſmittendos in cerebrum videlicet motus ſenſuum omnium organis impreſſos. Etenim motus is, qui poſſit diu in una eademque parte alicujus corporis ſe conſervare; poterit itidem in longinquum propagari ex una parte in aliam; modo id corpus homogeneum ſit ſcilicet, ne adeo motus iſte reflectatur forte, vel refringatur, vel interrumpatur & perturbetur per inæqualitatem aliquam in corpore.

QUÆSTIO XIII.

Annon radii diverſorum generum vibrationes excitant diverſa magnitudine; quæ ſcilicet vibrationes, pro ſua cujuſque magnitudine, ſenſus diverſorum excitent colorum; ſimili fere ratione, ac vibrationes aeris, pro ſua itidem ipſarum diverſa magnitudine, ſenſus ſonorum excitant diverſorum? Et nominatim, annon radii maxime refrangibiles, vibrationes excitant breviſſimas, ad ſenſum movendum coloris violacei ſaturi; radii minime refrangibiles, vibrationes longiſſimas, ad ſenſum coloris rubri ſaturi; & radii generum omnium intermediorum, vibrationes comparate intermedias, ad ſenſum colorum diverſorum intermediorum excitandum?

QUÆSTIO XIV.

Annon fieri poteſt, ut harmonia & diſcordia colorum, oriatur e proportionibus vibrationum propagatarum per nervorum opticorum fibras in cerebrum; ſimiliter ac harmonia & diſcordia ſonorum oritur e proportionibus vibrationum aeris? Sunt enim alii colores, ſi juxta ſe invicem poſiti ſimul inſpiciantur, oculis grati, ut auri & indici; alii autem minus grati.

QUÆSTIO XV.

Annon imagines rerum objectarum, ambobus oculis viſarum, coeunt in unum eo in loco, ubi nervi optici, antequam in cerebrum ingrediantur, conveniunt ac conjunguntur? fibris nimirum, quæ ſunt in dexteriori parte utriuſque nervi, coeuntibus illo in loco, & progredientibus deinceps conjunctim ad cerebrum per nervum qui eſt a dexteriori parte capitis: fibriſque, quæ ſunt in ſiniſteriori parte utriuſque nervi, coeuntibus itidem eodem in loco, & progredientibus deinceps conjunctim ad cerebrum per nervum qui eſt a ſiniſteriori parte capitis; duobus autem nervis illis poſterioribus in cerebro demum ita in unum convenientibus, ut fibræ ipſorum unam duntaxat ibi imaginem conſtituant; cujus videlicet imaginis dimidium id, quod ſit a dexteriori parte ſenſorii, veniat a dextra parte amborum oculorum, per dextram partem amborum nervorum opticorum, ad locum ubi nervi illi coeunt, indeque per nervum a dexteriori parte capitis in ipſum cerebrum; dimidium autem alterum; quod ſit a ſiniſteriori parte ſenſorii, veniat ſimiliter a ſiniſtra parte amborum oculorum? Etenim nervi optici eorum animalium, quorum ambo oculi eodem ſpectant, (ut hominum, canum, ovium, boum, &c.) coeunt in unum antequam in cerebrum ingrediantur; at nervi optici illorum animalium, quorum ambo oculi non ſpectant eodem, (ut piſcium & chamæleontis,) vel non coeunt omnino, vel non ita in unum coeunt ut eorum capillamenta invicem intermiſceantur; ſiquidem vera audivi.

QUÆSTIO XVI.

Siquis in loco tenebricoſo alterutrum oculi ſui angulum digito comprimat, oculumque interea in partem contrariam avertat; videbit is circulum coloribus variegatum, eorum ſimilibus, qui in pluma caudæ pavoniæ conſpiciuntur. Si oculus & digitus

gitus immoti permaneant, colores iſti intra minutum ſecundarium evaneſcent: digiti autem preſſus frequentamento identidem apparebunt. Annon hi colores oriuntur ex ſimilibus motibus excitatis jam digiti preſſu ac motu in fundo oculi, ac alias lumine ibi excitari ſolent ad ſenſum videndi movendum? Et annon hi motus ſemel excitati, permanent circiter minutum unum ſecundarium antequam ceſſent? Et quum aliquis oculi percuſſu, fulgorem quendam quaſi luminis coruſcantem ſibi videre videtur; annon iſtiuſmodi motus in tunica retina tum excitantur iſto percuſſu? Et quum carbo candens motu celerrimo in orbem actus, efficit ut totus iſte orbis videatur igneus; annon hoc ex eo evenit, quod motus in fundo oculi a radiis luminis excitati, natura ſua ſint durabiles, permaneantque uſque eo, donec carbo candens, peracto orbe, eodem loci reverterit? Et quandoquidem motus in fundo oculi lumine excitati ita ſunt durabiles; annon natura utique ſunt vibrantes?

QUÆSTIO XVII.

Quum lapis in aquam ſtagnantem projectus ſit, undæ iſto percuſſu excitatæ, aliquandiu eo in loco, ubi lapis in aquam inciderat, oriri pergunt; indeque per aquæ ſuperficiem in circulis concentricis ad longa uſque intervalla propagantur. Item vibrationes ſive tremores in aere percuſſu aliquo excitati, a puncto percuſſus quoquoverſum in ſphæris concentricis ad longa uſque intervalla deferri aliquantiſper pergunt. Similiter itaque, cum radius luminis in corporis alicujus pellucidi ſuperficiem incidens, ibi refringitur aut reflectitur; annon fieri poteſt, ut vibrationum ſive tremorum undæ eo pacto in medio refringente aut reflectente ad punctum incidentiæ excitentur, atque etiam ſuboriri pergant, & propagentur, quando in fundo oculi, vel preſſu motuve digiti, vel carbonis candentis lumine, ſecundum experimenta jam memorata, ſint excitatæ? Iſtæque vibrationes, annon a puncto incidentiæ ad magna uſque intervalla propagantur? Et annon radios luminis, motus ſui celeritate prævertunt; eoſque identidem prævertendo, vices illas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus ſupra deſcriptas ingenerant? Etenim, ſi radii a denſiori parte vibrationis recedere conantur, fieri utique poteſt, ut a vibrationibus iſtis ſe identidem prævertentibus, accelerentur & retardentur alternis.

QUÆSTIO XVIII.

Si in duobus amplis altiſque vitris cylindraceis inverſis duo parva thermometra ita ſint ſuſpenſa, ut vitrum non contingant; aerque ex horum vitrorum altero ſit exhauſtus; vitraque hoc modo comparata, e loco frigido in calidum deferantur; utique thermometrorum id, quod erit in vacuo, incaleſcet nihilo minus, neque fere tardius, quam id quod non ſit in vacuo. Annon jam calor ille exterior trans vacuum defertur, vibrationibus medii cujuſdam longe, quam eſt aer, ſubtilioris; quod quidem medium, exhauſto aere, tamen adhuc in vacuo ſuperſit? Mediumque hoc annon id ipſum eſt, quo lumen refringitur & reflectitur, & cujus vibrationibus lumen calorem in corpora transfert, viceſque illas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus acquirit? Hujuſque medii vibrationes annon in corporibus calidis, ut eorum calor intenſior ſit & durabilior, efficiunt? Et corpora calida, annon calorem ſuum in frigida contigua transferunt, vibrationibus hujuſce medii e calidis in frigida propagatis? Atque medium hoc, annon longe longeque rarius eſt & ſubtilius quam aer, longeque etiam magis elaſticum & actuoſum? Et annon corpora omnia facillime permeat, perque cœlos univerſos vi ſua elaſtica eſt diffuſum?

QUÆSTIO XIX.

Annon luminis refractio oritur ex denſitate medii hujus ætherii in locis diverſis diverſa; lumine nimirum a denſioribus partibus medii ſemper recedente? Et annon

hujus

Digitized by Google

hujus medii denſitas major eſt in ſpatiis liberis & apertis, quæ ſint aere aliiſque corporibus craſſis vacua; quam intra aquæ, vitri, cryſtalli, gemmarum, aliorumque corporum denſorum poros? Etenim quum lumen per vitrum aut cryſtallum tranſmittitur, & oblique admodum in ulteriorem ejus ſuperficiem incidens, ex toto reflectitur; reflexio illa ex toto, a denſitate potius & vigore medii quod eſt extra ultraque vitrum, quam ex ejuſdem raritate & imbecillitate, oriri debet.

QUÆSTIO XX.

Annon medium hoc æthereum, pro eo ut ex aqua, vitro, cryſtallo, aliiſque craſſis denſiſque corporibus in ſpatia vacua eatur, denſius evadit paulatim; eoque pacto radios luminis refringit, non ſimul & ſemel in uno puncto, ſed gradatim eos in curvas lineas flectendo? Et annon medii hujus condenſatio, quæ ita gradatim, ad uſque intervalla aliqua a corporibus porrigitur; eoque pacto in cauſa eſt, quamobrem radii luminis, qui prope corporum denſorum extrema interjecto aliquo intervallo tranſeunt, inflectantur?

QUÆSTIO XXI.

Annon hoc medium multo rarius eſt intra corpora denſa Solis, ſtellarum, planetarum & cometarum, quam in vacuis ſpatiis cœleſtibus interjectis? Et a corporibus iſtis ad uſque ingentia intervalla, annon denſius perpetuo denſiuſque evadit; eoque pacto efficit, ut & magna iſta corpora erga ſe invicem gravia ſint, & ipſorum partes ſingulæ erga ipſa corpora; omnibus nimirum corporibus, qua parte medium denſius eſt, ea ex parte recedere conantibus in partes rariores? Etenim, ſi hoc medium rarius ſit intra corpus Solis, quam in ejuſdem ſuperficie; & in ipſa ſuperficie rarius, quam interjecto extrinſecus centeſimæ partis unciæ unius a corpore Solis intervallo; & illo adhuc in loco rarius, quam interjecto quinquageſimæ partis unciæ a corpore Solis intervallo; & hoc poſtremo in loco rarius, quam in orbe Saturni: equidem nihil cauſæ video, quamobrem increſcenti denſitati uſquam locorum ullus conſtitutus ſit finis, quominus per omnia intervalla, & a Sole ad Saturnum, & adhuc uſque, porrigatur. Quæ quidem denſitas, quanquam, ingentibus interjectis intervallis, fortaſſe lentiſſimis augeatur accrementis; poterit tamen, ſiquidem vis elaſtica hujus medii admodum ſit magna, corpora vi ea omni, quam gravitatem appellamus, a denſioribus partibus medii ad rariores verſus impellere. Valde autem magnam eſſe medii hujuſce vim elaſticam, ex vibrationum ſuarum celeritate eſt colligere. Soni feruntur circiter 1140 pedes Anglicos, intra minutum temporis ſecundarium; & minutorum ſeptem octove primariorum ſpatio, circiter centum milliaria Anglica emetiuntur. Lumen a Sole ad nos defertur, circiter ſeptem octove minutorum primariorum ſpatio: quæ quidem inter Solem & terram diſtantia eſt circiter 70000000 milliarium Anglicorum; ſiquidem Solis parallaxis horizontalis ſit circiter 12″. Jam vero vibrationes ſive pulſus hujus medii, quo vices illas alternas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus generare queant, lumine celeriores ſint oportet; & conſequenter amplius 700000 partibus celeriores quam eſt motus ſonorum. Vis igitur elaſtica hujus medii, pro ratione ſuæ denſitatis, debet eſſe amplius 700000 x 700000 (hoc eſt, amplius 490000000000) partibus major, quam eſt vis elaſtica aeris, pro ratione ſuæ itidem denſitatis. Nam velocitates pulſuum in mediis elaſticis ſunt in ſubduplicata ratione elaſticitatum & raritatum mediorum, ſimul ſumptarum.

Quemadmodum attractio in parvis magnetibus fortior eſt, pro ratione magnitudinis ipſorum, quam in majoribus; & gravitas in ſuperficiebus parvorum planetarum major eſt, pro ratione magnitudinis ipſorum, quam in ſuperficiebus planetarum magnorum; & electrica attractione agitantur corpora exigua multo magis quam grandia: ita radiorum luminis exiguitate fieri poteſt, ut vis agentis, quo refringuntur, mul-

multo ſit fortior. Et ſimili ratione, ſi quis exiſtimet ætherem conſtare poſſe (ſicuti & aer noſter conſtat) ex particulis a ſe invicem recedere conantibus, (iſte enim æther quid ſit non definio,) & ejus particulas longe tenuiores eſſe quam aeris, vel etiam luminis; utique mira particularum ejus tenuitate fieri poterit, ut fortior ſit vis qua iſtæ particulæ a ſe invicem recedant, atque inde ut medium iſtud longe magis ſit rarum magiſque elaſticum quam aer, & conſequenter corporum projectorum motui longe minus reſiſtat, longe autem magis corpora craſſa apprimat co conatu, qui eſt ſeſe quoquoverſum expandendi.

QUÆSTIO XXII.

Annon planetæ & cometæ & craſſa corpora omnia movebuntur multo liberius, multoque eis minus reſiſtetur, in hoc æthereo medio, quam in ullo fluido quod ſpatium omne penitus nulliſque interjectis meatibus in totum compleat, quodque proinde multo denſius ſit quam argentum vivum aut aurum? Et reſiſtentia hujus medii annon adeo exigua eſſe poterit, ut inſtar nihili reputetur? Exempli gratia: Si ætherem hunc (id enim ei nomen quidni imponam?) exiſtimemus 700000 partibus magis elaſticum eſſe quam aerem noſtrum, atque etiam amplius 700000 partibus magis rarum; jam ejus reſiſtentia amplius 600000000 partibus minor foret, quam aquæ. Tam exigua autem reſiſtentia, per decem millia annorum vix planetarum motibus variationem ullam induceret, quæ ſenſu percipi poſſet. Quod ſi quis illud hic quærat, qui fieri poſſit ut medium aliquod tam ſit valde rarum; oſtendat is velim, quomodo aer noſter, in atmoſphæra ſuperiori, rarior eſſe queat quam aurum, amplius centies millies millenis partibus. Oſtendat inſuper, quomodo corpus electricum, quum fricetur, exhalationem emittere poſſit tam raram tamque ſubtilem, & tamen eodem tempore tanta vi præditam, ut quamvis emiſſione ipſius nihil quicquam de corporis electrici pondere (quod quidem ſenſu percipi queat) diminuatur, ipſaque per ſphæram diametro amplius binorum pedum ſit uſquequaque diffuſa, valeat tamen, intervallo amplius pedali a corpore electrico, auri cuprive bracteas agitare & ſurſum ferre: quove pacto magnetis effluvia tam rara atque ſubtilia eſſe poſſint, ut per laminam vitream tranſeuntibus minime reſiſtatur, neque de eorum vi quicquam diminuatur; & tamen tanta eſſe vi prædita, ut acum magneticam ultra vitrum poſitam facile circumagant.

QUÆSTIO XXIII.

Annon Viſus efficitur præcipue medii hujuſce vibrationibus, quæ in fundo oculi radiis luminis excitentur, indeque per ſolida, pellucida, & uniformia, nervorum opticorum capillamenta, uſque in ſentiendi locum propagentur? Et Auditus annon efficitur vel hujuſce vel alius cujuſdam medii vibrationibus, quæ tremoribus aeris in nervis auditoriis excitentur, indeque per ſolida, pellucida, & uniformia nervorum iſtorum capillamenta ad uſque ſentiendi locum propagentur? Et ſimiliter in reliquis ſenſuum?

QUÆSTIO XXIV.

Annon motus animalis, medii ejuſdem efficitur vibrationibus; quæ in cerebro poteſtate voluntatis excitentur, indeque per ſolida, pellucida, & uniformia nervorum capillamenta, in muſculos, eorum contrahendorum ac dilatandorum gratia, propagentur? Nervorum capillamenta ſingula ſolida eſſe pono & uniformia; ut motus vibrans medii ætherei, per ea uniformiter & non interrupte ab uſque uno extremo ad alterum propagetur: nam obſtructiones nervorum paralyſin inducunt. Quo autem ſatis uniformia ſint, exiſtimo ea pellucida eſſe ſingula; quamvis reflexiones luminis in cylindraceis ipſorum ſuperficiebus, efficiant ut totus nervus (ex capillamentis

Digitized by Google

tis permultis compoſitus) opacus videatur & albus. Etenim opacitas oritur ex ſuperficiebus reflectentibus, quæ medii hujuſce motibus turbandis & interrumpendis aptæ ſint.

Q U Æ S T I O XXV.

Annon aliæ ſunt adhuc radiorum luminis proprietates congenitæ, præter eas quæ hactenus deſcriptæ ſunt? Utique aliam congenitam proprietatem aperit nobis refractio *cryſtalli Islandicæ*; quam quidem primo deſcripſit *Eraſmus Bartholinus*; accuratius autem poſtea *Hugenius*, in libro ſuo *de lumine* gallice edito. Eſt cryſtallus iſta lapis pellucidus & fiſſilis, aquam, vel cryſtallum de rupe, pelluciditate æquiparans; coloris expers; caloris adeo patiens, ut etiam candefieri poſſit, nec tamen in poſterum translucere deſinat; & calore vehementiſſimo in calcem redigitur, nec tamen liqueſcit. In aqua diem unum vel alterum macerata, polituram ſuam naturalem amittit. Panno affricta, attrahit ſibi ſtramenta, & alia corpora levia, inſtar electri, vel vitri. Et, cum aqua forti, ebullitionem ciet. Videtur eſſe lapis ejus generis, quod vulgo talcum appellant. Invenitur ea fere ſpecie, quæ eſt parallelopipedi obliqui; lateribus ſex parallelogrammis, & octo angulis ſolidis. Parallelogrammorum anguli obtuſi ſunt graduum 101, 52′; acuti autem graduum 78, 8′. Angulorum ſolidorum duo, ſibi invicem ex adverſo oppoſiti, E & C, (*Fig.* 4. *Tab. I.*) continentur ternis angulis obtuſis; reliqui autem ſex, angulis obtuſis ſingulis, & binis acutis. Findit ſe facile in plana, quæ ſint laterum cuivis parallela; in alia autem plana, non item. Findit ſe in ſuperficiem politam & nitentem, non illam quidem perfecte planam, ſed aſperam aliquantillum & inæqualem. Interraditur facillime; &, propter nimiam mollitiem, ægre admodum perpolitur. Politur melius ſuper vitro lævi & ſpeculari, quam ſuper metallo; & adhuc melius fortaſſe in pice, corio, aut membrana. Oportebit autem deinceps oleo vel ovi albumine defricari, ad raſuras implendas & lævigandas; quo demum pacto, valde perlucida evadet & expolita. Verum ad plurima quidem experimenta, nihil opus eſt ut poliatur. Si hujus lapidis cryſtallini fruſtum libro typis impreſſo imponatur; literæ ſingulæ, per cryſtallum iſtam inſpectæ, gemina quadam refractione videbuntur binæ. Et, ſi quis luminis radius in quamlibet ejus ſuperficiem incidat, vel ad perpendiculum, vel quovis obliquo angulo; dividitur is continuo, gemina iſta refractione, in duos radios. Quorum quidem radiorum uterque eodem eſt colore, ac ipſe radius incidens; & inter ſe etiam pares, ad quantitatem luminis, vel ferme pares videntur. Duarum iſtarum refractionum altera eo modo efficitur, quomodo ex uſitatis optices legibus effici debet; ita nimirum, ut ſinus incidentiæ ex aere in hanc cryſtallum, eam habeat rationem ad ſinum refractionis, quam habent 5 ad 3. Altera, quæ appellari poteſt refractio inuſitata, efficitur ſequenti lege.

Sit A D B C, ſuperficies cryſtalli refringens; C, angulorum ſolidorum ad iſtam ſuperficiem maximus; G E H F, ſuperficies ex adverſo oppoſita; & C K, linea iſti ſuperficiei perpendicularis. Hæc linea perpendicularis, cum cryſtalli acie extrema C F, angulum continet graduum 19, 3′. Junge K F; & in ea ſume K L ita, ut angulus K C L ſit graduum 6, 40′; angulus autem L C F, gradum 12, 23′. Quo facto, ſi jam linea S T repræſentet radium aliquem luminis incidentem ad T, quovis angulo, in ſuperficiem refringentem A D B C; eſto T V radius refractus; is autem, quis ſit, invenietur ex data illa proportione ſinuum, 5 ad 3, ſecundum uſitatas optices leges. Ducatur deinde V X, parallela & æqualis lineæ K L; ducatur autem ita, ut jaceat illa ad eaſdem partes ab V, ad quas L jacet a K; & junge T X; eritque hæc linea T X, radius refractus alter, inuſitata videlicet refractione delatus a T ad X.

Jam ſi igitur radius ille incidens S T incidat utique ad perpendiculum in ſuperficiem refringentem; erunt bini iſti radii T V & T X, in quos ille refringendo erit diſpertitus, paralleli facti lineis C K & C L: altero nimirum iſtorum radiorum ſe

T ad

Digitized by Google

ad perpendiculum per cryſtallum tranſmittente, quomodo ex uſitatis optices legibus fieri debet; altero autem T X, per refractionem inuſitatam, divergente a linea perpendiculari, & continente cum ea angulum V T X, graduum circiter $6\frac{2}{3}$; uti experientia quidem compertum eſt. Atque hinc planum V T X, eique ſimilia plana, quæ quidem parallela ſunt plano C F K, appellari poterunt *plana perpendicularis refractionis*: & plaga ea, quo ſpectant lineæ K L & V X, a K & V ductæ, appellari poterit *plaga inuſitatæ refractionis*.

Simili ratione, *cryſtallus de rupe* geminam habet refractionem. Verum differentia duarum refractionum minor eſt, nec tam manifeſta, quam in cryſtallo Islandica.

Quum radius S T, qui in primam cryſtalli Islandicæ ſuperficiem inciderat, diſpertitus eſt in duos radios T V & T X; iique duo radii ad poſteriorem cryſtalli ſuperficiem perveniunt; radius ille T V, qui in prima ſuperficie refractus fuerat ratione uſitata, idem, in ſecunda ſuperficie, uſitata iterum ratione integer refringetur; radiuſque alter T X, qui in prima ſuperficie refractus fuerat ratione inuſitata, idem, in ſecunda ſuperficie, inuſitata iterum ratione integer refringetur: adeo ut hi ambo radii emerſuri ſint e ſecunda illa ſuperficie, in lineis primo incidenti radio S T parallelis.

Quod ſi duarum cryſtalli Islandicæ portionum altera poſt alteram ita ſit collocata, ut poſterioris ſuperficies ſingulæ, ſint prioris ſuperficiebus ſingulis comparate parallelæ; jam radii illi, qui in prioris cryſtalli ſuperficie prima, refringebantur ratione uſitata, iidem uſitata iterum ratione refringentur in poſterioribus ſuperficiebus omnibus: & qui radii in prioris cryſtalli ſuperficie prima, refringebantur ratione inuſitata, iidem inuſitata iterum ratione in poſterioribus omnibus ſuperficiebus refringentur. Quod idem quoque ſimiliter evenit, quocunque modo ad ſe invicem inclinatæ fuerint cryſtallorum ſuperficies; dummodo plana ſua refractionis perpendicularis ſint inter ſe parallela.

Eſt igitur congenita quædam radiorum luminis differentia, qua fit ut, in hoc quidem experimento, radiorum alii perpetuo refringantur ratione uſitata, alii autem perpetuo ratione inuſitata. Etenim ſi differentia iſta non eſſet congenita, ſed oriretur ex novis modificationibus, quæ quidem in prima refractione radiis imprimerentur; utique ea novis itidem modificationibus, in tribus ſequentibus refractionibus, porro immutaretur. Immutatur autem nequaquam; ſed eadem manet perpetuo, unumque ac eundem in radiis effectum obtinet in refractionibus illis univerſis. Quare refractio inuſitata pendet ex congenita quadam radiorum proprietate. Idque adhuc inquirendum reſtat, annon etiamnum aliæ ſint aliquæ proprietates congenitæ radiorum, quas humana nondum obſervavit perſpicacia.

QUÆSTIO XXVI.

Annon radiorum luminis diverſa ſunt latera, diverſis proprietatibus congenitis prædita? Etenim, ſi plana perpendicularis refractionis ſecundæ cryſtalli, poſita ſint ad rectos angulos cum planis perpendicularis refractionis primæ cryſtalli; jam radii qui in trajectu primæ cryſtalli refringebantur ratione uſitata, iidem omnes in trajectu ſecundæ refringentur ratione inuſitata; & qui radii in trajectu primæ cryſtalli refringebantur ratione inuſitata, iidem omnes in trajectu ſecundæ refringentur ratione uſitata. Quare non ſunt duo diverſa radiorum inter ſe natura ſua differentium genera, quorum alteri quidem perpetuo & in omni poſitu refringantur ratione uſitata, alteri autem ſemper & in omni poſitu refringantur ratione inuſitata: ſed duo illa radiorum genera in experimento jam ſupra in XXV. quæſtione memorato, hoc ſolum inter ſe differebant, quod radii, pro diverſo ſuo poſitu, diverſis ſuis lateribus ſpectabant plana perpendicularis refractionis cryſtalli. Nam, in præſenti experimento, unus idemque radius refringitur alias uſitata ratione, alias inuſitata; pro eo, quo poſitu latera ipſius ſint ad cryſtallos converſa. Si eadem radii alicujus latera, ſpe-

ſpectent ad eaſdem partes utriuſque cryſtalli ; jam radius iſte refringetur una eademque ratione in utraque cryſtallo . Sin autem radii latus id , quod converſum ſit ad plagam inuſitatæ refractionis prioris cryſtalli , diſtet nonaginta gradibus ab eo ejuſdem radii latere , quod ſpectet ad plagam inuſitatæ refractionis ſecundæ cryſtalli ; (quod quidem effici poteſt , ita convertendo ſecundam cryſtallum , ut illa diverſo jam poſitu priorem cryſtallum , & conſequenter radios ipſos luminis, ſpectet;) jam radius iſte refringetur diverſis rationibus in diverſis cryſtallis . Ut definire poſſis, utrum radii , qui incidunt in ſecundam cryſtallum , refringendi ſint ratione uſitata , an vero inuſitata ; nihil aliud opus eſt , quam ut ſecunda illa cryſtallus ita convertatur , ut ejus plaga inuſitatæ refractionis ſit ab hoc vel illo radii latere poſita . Quare unuſquiſque radius ita conſiderari poterit, ut in eo quatuor concipiantur plagæ ſive latera ; quorum quidem duo inter ſe ex adverſo oppoſita , faciant ut radius toties refringatur ratione inuſitata , quoties alterutrum eorum converſum ſit ad cryſtalli plagam inuſitatæ refractionis; reliqua autem duo, quoties eorum quidem alterutrum converſum ſit ad plagam *inuſitatę refractionis* , non tamen efficiant ut radius alia ulla , præterquam uſitata , ratione refringatur . Quorum itaque laterum priora quidem duo, appellari poterunt *latera* inuſitatæ refractionis. Et quoniam hæ diſpoſitones in radiis inerant, antequam ii in ſecundam, tertiam, & quartam binarum cryſtallorum ſuperficiem inciderent; nec quicquam omnino immutabantur hæ diſpoſitiones , (quod quidem percipi potuerit ,) refractione radiorum in tranſitu ſuo per iſtas ſuperficies; radii autem refringebantur unis eiſdemque legibus in unaquaque ſuperficierum quatuor: videtur utique, haſce diſpoſitiones radiis fuiſſe congenitas, nec prima refractione quicquam omnino fuiſſe immutatas ; verum earum quidem ipſarum efficientia , radios in primam ſuperficiem cryſtalli primæ incidentes , refractos fuiſſe ; alios quidem ratione uſitata , alios vero inuſitata ; pro eo ac ipſorum latera inuſitatæ refractionis, tunc temporis vel ſpectarent plagam inuſitatæ refractionis iſtius cryſtalli , vel ſitu ei tranſverſo eſſent poſita.

Habent igitur ſinguli radii luminis, bina latera inter ſe ex adverſo oppoſita, quibus quidem lateribus congenita eſt proprietas ea , e qua pendet refractio inuſitata ; altera autem bina latera , proprietatis iſtius expertia . Idque adhuc inquirendum reſtat, annon etiamnum aliæ proprietates ſint luminis, quibus latera radiorum differant & inter ſe diſtinguantur .

Hactenus laterum radiorum differentiam ita explicavi , ut radios in primam cryſtallum ad perpendiculum poſuerim incidentes . Verum , ſi oblique incidant , idem plane erit experimenti exitus . Qui radii in prima cryſtallo refringuntur ratione uſitata, iidem in ſecunda cryſtallo refringentur ratione inuſitata; quoties binarum cryſtallorum plana perpendicularis refractionis, ſint inter ſe , ut ſupra , ad rectos angulos poſita : & contra .

Si binarum cryſtallorum plana perpendicularis refractionis , ſint inter ſe neque parallela, neque ad perpendiculum poſita, ſed angulum acutum contineant ; jam duorum iſtorum radiorum e prima cryſtallo emergentium uterque dividetur inſuper in binos radios , in ingreſſu ſecundæ cryſtalli . Etenim , in hoc caſu, radioli , ex quibus uterque duorum iſtorum radiorum conſtat , habebunt alii latera ſua inuſitatæ refractionis , alii autem latera ſua altera , converſa ad plagam inuſitatæ refractionis ſecundæ cryſtalli.

QUÆSTIO XXVII.

Annon errantes ſunt hypotheſes illæ omnes, quas uſque adhuc in id confinxerunt philoſophi, ut phænomena luminis per novas radiorum modificationes explicarent? Non enim pendent phænomena illa ex novis modificationibus, (quomodo commenti ſunt phyſici;) ſed ex congenitis & immutabilibus radiorum proprietatibus.

Digitized by Google

QUÆSTIO XXVIII.

Annon errantes ſunt hypotheſes illæ omnes, quibus lumen in preſſu quodam, ſeu motu per medium fluidum propagato, conſiſtere fingitur? Nam in his omnibus hypotheſibus phænomena luminis uſque adhuc ita explicarunt philoſophi, ut ea ex novis quibuſdam radiorum modificationibus oriri poſuerint. Quæ eſt opinio errans.

Si lumen conſiſteret in preſſu ſolummodo, propagato ſine motu actuali; utique non poſſet id agitare & calefacere corpora, quæ id refringunt & reflectunt. Si lumen conſiſteret in motu, propagato ad omnia intervalla in puncto temporis; jam ad motum iſtum generandum opus eſſet vi infinita, ſingulis momentis, in particulis ſingulis lucentibus. Et, ſi lumen conſiſteret vel in preſſu vel in motu, propagato per medium fluidum; ſive in momento id fieret, ſive in ſpatio temporis; utique futurum eſſet, ut id in umbram ſeſe inflecteret. Etenim preſſus vel motus in medio fluido, ultra quodvis obſtaculum, quod partem aliquam motus impediat, propagari non poteſt in lineis rectis; ſed omnino ſeſe inflectet & diffundet quaquaverſus, in medium quieſcens quod ultra id obſtaculum jaceat. Vis gravitans deorſum tendit: attamen aquæ preſſus, qui ex vi gravitatatis oritur, tendit quaquaverſus vi æquabili; & pari facilitate, paribuſque etiam viribus, propagatur in latus, ac deorſum; & per curvas vias, ac per rectas. Undæ in ſuperficie aquæ ſtagnantis, dum oras lati cujuſvis obſtaculi præterlabuntur, quod eas partim impedit; inflectunt ſeſe & dilatant diffunduntque gradatim in aquam ultra id obſtaculum quieſcentem. Undæ, pulſus, ſeu vibrationes aeris, in quibus ſoni conſiſtunt, inflectunt ſe manifeſto, licet non tantum quantum undæ aquæ. Nam ſonus campanæ vel tormenti bellici audiri poteſt trans montem, cujus interpoſitu corpus id quod ſonum emittit, ne poſſit oculis cerni, intercluditur; & ſoni propagantur pari facilitate per tubas incurvas, ac per rectas. At lumen nunquam compertum eſt vias incurvas ingredi, nec ſeſe in umbram inflectere. Nam ſtellæ fixæ, planetarum cujuſvis interpoſitu, continuo evaneſcunt; itemque Solis partes aliquæ, interpoſitu Lunæ, Mercurii, aut Veneris. Radii, qui proxime ipſas alicujus corporis extremitates tranſeunt, inflectuntur quidem aliquantillum, corporis iſtius actione; quomodo ſupra eſt expoſitum: verum hæc quidem inflexio, non ad umbram verſus, ſed ad contrarias fit partes; idque in ipſa duntaxat tranſitione radii prope corpus extremum. Simul ac id corpus pretervectus ſit, recta deinceps progreditur.

Inuſitatam cryſtalli Iſlandicæ refractionem ope preſſus vel motus propagati explicare, nemo (quod ſciam) uſque adhuc conatus eſt, præter unum *Hugenium*; qui quidem ad hunc finem duo diverſa in iſta cryſtallo ineſſe media vibrantia confinxit. Verum ipſe, poſtquam refractiones iſtius cryſtalli, quænam eſſent, in binis fruſtis adpoſitis expertus fuiſſet; eaſque tales, quales ſupra expoſitæ ſunt, comperiſſet; faſſus eſt ſe ad eas explicandas, quo ſe verteret, plane jam neſcire. Etenim preſſus vel motus a lucente corpore per medium uniforme propagati, neceſſe eſt ut ſint ab omni ſui parte conſimiles. At radios luminis, per experimenta illa in binis cryſtallis facta, conſtat in diverſis ſuis lateribus diverſas habere proprietates. Suſpicatus eſt *Hugenius*, ætheris pulſus, inter tranſeundum per primam cryſtallum, acquirere ſibi poſſe novas quaſdam modificationes; quibus utique efficeretur, ut iidem in ſecunda cryſtallo, per hoc vel illud deinceps medium, pro poſitu iſtius cryſtalli, propagarentur: at quales illæ modificationes eſſent, explicare non potuit: nec * quicquam omnino comminiſci, quod ſibi ipſi poſſet facere ſatis. Quod ſi is illud porro intellexiſſet, utique inuſitatam refractionem non ex novis modificationibus, ſed ex congenitis & immutabilibus radiorum proprietatibus pendere; jam & hoc ei viſum fuiſſet nihilo minus difficile explicatu, quemadmodum diſpoſitiones iſtæ, quas ille a prima cryſtallo radiis

* *Mais pour dire comment cela ſe fait, je n'ai rien trouvè juſqu'ici, qui me ſatisfaſſe.* Hugen. de la lumiere, c. 5. pag. 91.

Digitized by Google

diis impreſſas exiſtimavit, in eis jam ante, quam in iſtam cryſtallum inciderent, ineſſe potuerint; &, in univerſum, qui fieri poſſit, ut omnes radii, quos corpora lucida emittunt, diſpoſitiones iſtas in ſe ab initio & ab uſque prima ſua origine habeant. Mihi ſane hæc res nullos omnino videtur habere poſſe explicatus, ſi lumen nihil ſit aliud quam preſſus quidam vel motus per ætherem propagatus.

Porro, ex his hypotheſibus, illud etiam nihilo minus difficile eſt explicatu, qui fieri poſſit, ut radii ſint alternatim in vicibus facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. Niſi quis hoc forte ſibi comminiſci velit; utique in omni loco ineſſe duo media ætherea vibrantia; quorum quidem alterius vibrationes, lumen conſtituant; vibrationes autem alterius, quoniam celeriores fingentur, efficiant, quoties prioris vibrationes illas prævertunt, ut illæ prioris vibrationes ſint in iſtis vicibus. Verum qui fieri queat, ut per ſpatium univerſum diffuſa ſint duo ætherum genera, quorum hoc in illud, & illud conſequenter in hoc viciſſim agat, nec tamen mutuos ſuos motus retardent, diffringant, diſpergant & perturbent; concipi utique non poteſt. Quominus autem cœli mediis fluidis (niſi ſupra modum rara ſint illa) repleri debeant, faciunt omnino planetarum & cometarum per ſpatia cœleſtia undique & quaquaverſum regulares atque durabiles motus. Inde enim liquet, ſpatia cœleſtia omnis ſenſibilis reſiſtentiæ, & conſequenter omnis ſenſibilis materiæ, expertia eſſe.

Etenim vis reſiſtens mediorum fluidorum, oritur partim ex attritu partium medii, & partim ex vi inertiæ materiæ. Quæ pars reſiſtentiæ corporis ſphærici, oritur ex attritu partium medii; ea eſt quamproxime ut diameter, vel, ad ſummum, ut factum ex diametro & velocitate corporis iſtius ſphærici. Quæ autem illius reſiſtentiæ pars oritur ex vi inertiæ materiæ; ea eſt ut quadratum ejuſdem facti. Atque hac quidem differentia, diſtingui poterunt inter ſe bina illa reſiſtentiæ genera in quovis medio. Diſtincta autem illa cum fuerint, apparebit reſiſtentiam corporum, quæ quidem idonea ſint magnitudine, & idonea aliqua velocitate moveantur in aere, aqua, argento vivo, vel quovis iſtiuſmodi fluido, oriri fere totam ex vi inertiæ partium fluidi.

Jam quidem ea pars reſiſtentiæ cujuſvis medii, quæ oritur ex tenacitate, frictu, vel attritu partium medii, diminui poterit, dividendo materiam in minores partes, efficiendoque ut partes eæ magis lubricæ fiant & lævigatæ: At vero ea reſiſtentiæ pars, quæ oritur ex vi inertiæ, proportione reſpondet denſitati materiæ; & diminui nequit, nec dividendo materiam in partes minores, nec alia ulla ratione, niſi ita ſi denſitas ipſa diminuatur. Atque hiſce de cauſis, mediorum fluidorum denſitas proportione reſpondet reſiſtentiæ ipſorum quamproxime. Qui liquores parum inter ſe differunt denſitate; ut aqua, ſpiritus vini, ſpiritus reſinæ terebinthinæ, oleum calidum, & ſimilia; iidem etiam parum inter ſe differunt vi reſiſtente. Aqua tredecim vel quatuordecim partibus levior eſt, quam argentum vivum; & conſequenter 13 vel 14 partibus rarior: & ejuſdem vis quidem reſiſtens, tanto vel circiter tanto minor eſt quam argenti vivi; uti in pendulis experiendo comperi. Aer apertus, quem ſpiritu ducimus, octingentis vel nongentis partibus levior eſt quam aqua; & conſequenter totidem partibus rarior: & ejuſdem vis quidem reſiſtens, eadem vel fere eadem proportione minor eſt quam aquæ; uti in pendulis ſimiliter experiendo comperi. Porro in tenuiori aere, vis reſiſtens uſque diminuitur; donec tandem, rareſcente ulterius aere, minor ea facta ſit quam quæ ſenſu omnino percipi queat. Nam plumulis in aperto aere cadentibus, multum quidem reſiſtitur: at eædem in vitro alto, e quo aer, quam poterat maxime, exhauſtus fuerit, pari celeritate, ac plumbum ipſum vel aurum, cadere cernuntur: uti ſæpius expertus ſum. Unde videtur ſane reſiſtentia uſque diminui, qua proportione denſitas ipſa diminuitur fluidi. Neque enim ullis experimentis comperio, corpora quæ moventur in argento vivo, aqua, vel aere, aliam ſibi ullam offendere reſiſtentiam ſenſibilem, præter eam quæ ex illorum ipſorum fluidorum ſenſibilium denſitate & tenacitate oritur: quam tamen aliam aliquam reſiſtentiam omnino offendere deberent, ſi occultos fluidorum iſtorum meatus, & quidem alia etiam ſpatia omnia, repleret aliud adhuc ſubtile atque denſum

ſum

ſum fluidum. Jam, ſi reſiſtentia in vaſe, e quo aeris quam poterat plurimum exhauſtum fuerat, centum duntaxat partibus minor eſſet, quam in aperto aere; utique illa ipſa circiter decies centenis millibus partium minor foret, quam reſiſtentia argenti vivi. Atqui reſiſtentia in iſtiuſmodi vaſe evacuato, multo quam dictum eſt minor eſſe videtur; multoque etiam adhuc minor in cœleſtibus ſpatiis, intervallo trecentorum vel quadringentorum milliarium in altitudinem, vel adhuc longius a terra. Oſtendit enim D. *Boylius*, aerem in vaſis vitreis amplius decies millies ſolito rariorem fieri poſſe. Spatia autem cœleſtia multo magis vacua ſunt aere, quam ullum ſpatium quod nos quidem hic poſſimus evacuaſſe. Etenim, cum aer compreſſus ſit atmoſphæræ incumbentis pondere; denſitas autem aeris, proportionalis ſit vi eum comprimenti; ſequitur utique, poſito calculo, aerem, intervallo circiter ſeptem milliarium Anglicorum a terra in altitudinem, quadruplo rariorem eſſe, quam in ſuperficie terræ; intervallo quatuordecim milliarium, decies & ſexies rariorem quam in ſuperficie terræ; intervallo milliarium 21, 28, vel 35, circiter 64, 256, vel 1024 partibus rariorem eſſe, comparate; & intervallo milliarium 70, 140, vel 210, partibus circiter 1000000, 1000000000000, vel 1000000000000000000 rariorem eſſe; & ſic deinceps.

Calor multum facit ad fluiditatem, diminuendo tenacitatem corporum. Fluida reddit multa corpora, quæ alioqui fluida non ſunt; augetque fluiditatem liquorum tenacium, ut olei, balſami, mellis; eorumque vim reſiſtentem eo pacto imminuit. At aquæ vim reſiſtentem non multum imminuit; quod utique facere deberet, ſiquidem aquæ reſiſtentiæ pars aliqua notatu digna oriretur ex attritu vel tenacitate partium ſuarum. Quare aquæ vis reſiſtens oritur præcipue & fere tota, ex vi inertiæ materiæ ſuæ. Et conſequenter, ſi ſpatia cœleſtia æque denſa eſſent, ac aqua; haberent utique vim reſiſtendi non multo minorem, quam aqua: ſi æque denſa eſſent, ac argentum vivum; vim reſiſtendi haberent non multo minorem, quam argentum vivum: ſi perfecte planeque denſa eſſent, ſive materiæ plena, ſine ullo omnino ſpatio vacuo; quantumvis licet fluida & ſubtilis eſſet ea materia; vim reſiſtendi tamen haberent majorem, quam argentum vivum. Globus plane ſolidus, in iſtiuſmodi medio, amitteret amplius dimidiam motus ſui partem, interea dum ſpatium ternas ſui diametros longum percurreret. Et globus non plane ſolidus, (qualia ſunt planetarum corpora,) citius ſiſteretur. Quo itaque locus ſit diuturnis & regularibus planetarum cometarumque motibus, omnino neceſſe eſt ut ſpatia cœleſtia omni materia ſint vacua; niſi forte excipiendi erunt tenuiſſimi aliqui vapores, exhalationes, vel effluvia, quæ oriantur ex atmoſphæris terræ, planetarum & cometarum; & æthereum aliquod medium longe longeque rariſſimum, quale ſupra deſcripſimus. Fluidum denſum, nullo modo utile eſſe poteſt ad explicanda phænomena naturæ; quando planetarum quidem & cometarum motus, ope gravitatis, melius explicantur ſine illo. Nihil aliud facere poſſet iſtiuſmodi fluidum, niſi ut magnorum illorum corporum motus interturbaret & retardaret, efficeretque ut naturæ ordo langueſceret; & in occultis corporum meatibus, nihil aliud quam ſiſteret partium ſuarum motus vibrantes, in quibus calor ipſorum & vis omnis actuoſa conſiſtit. Porro, ut ad nullam rem utile eſt iſtiuſmodi fluidum; e contrario autem impediret operationes naturæ, languidioreſque eas redderet; ita nulla firma ratio eſt, quæ nos adducat ut exiſtere id omnino credamus; ideoque penitus rejiciendum eſt. Quod ſi illud rejectum erit; rejicientur ſimul hypotheſes eæ, quibus lumen in preſſu vel motu per iſtiuſmodi medium propagato conſiſtere fingitur.

Iſtiuſmodi autem medium ut rejiciamus, auctores nobis ſunt antiquiſſimi illi & celeberrimi Græciæ Phœniciæque philoſophi; qui principia philoſophiæ ſuæ, ſpatium inane, atomos, & gravitatem atomorum poſuerunt; tacite attribuentes vim gravitatis, alii alicui cauſæ a materia denſa diverſæ. Cujus quidem cauſæ phyſici recentiores, in rebus naturæ ſpeculandis, nullam rationem habuerunt; hypotheſium commenta confingentes, quibus phænomena omnia ex mechanicis legibus explicarent; & contemplationem aliarum cauſarum, in metaphyſicam rejicientes. Cum, e contra-

rio,

Digitized by Google

rio, philoſophiæ naturalis id revera præcipuum ſit & officium & finis, ut ex phenomenis ſine fictis hypotheſibus arguamus, & ab effectis ratiocinatione progrediamur ad cauſas, donec ad ipſam demum Cauſam primam (quæ ſine omni dubio mechanica non eſt) perveniamus; nec mundi mechaniſmum ſolummodo explicemus, verum etiam inſuper & precipue ut haſce & hujuſmodi queſtiones tandem expediamus; *Quidnam ineſt in ſpatiis materia fere vacuis?* & *unde eſt quod Sol & planetæ ad ſe invicem graviten, ſine materia denſa interjecta? Qui fit, ut natura nihil agat fruſtra?* & *unde orta eſt eximia illa mundi univerſi ſpecies & pulehritudo? Quem in finem facti ſunt cometæ?* & *unde eſt quod planetarum curſus ſit unus omnium, unaque directione in orbibus concentricis ferantur eodem omnes; cum cometæ in orbibus valde admodum excentricis undique & quaquaverſum ferantur in omnes cœli partes?* & *quidnam eſt quod impedit, quominus ſtellæ fixæ in ſe mutuo irruant? Qui fit, ut corpora animalium tam exquiſita ſint arte atque conſilio fabricata? & quos ad fines conformatæ ſunt diverſæ ipſorum partes? Fierine potuit, ut oculus ſine ſcientia optices fuerit conſtructus? aut auris, ſine intelligenſia ſonorum? qui fit, ut motus corporis obſequantur imperio voluntatis? & unde eſt inſtinctus ille quem vocant, in animalibus? Annon ſenſorium animalium eſt locus cui ſubſtantia ſentiens adeſt, & in quem ſenſibiles rerum ſpecies per nervos & cerebrum deferuntur, ut ibi præſentes a præſente ſentiri poſſint?* Atque his quidem rite expeditis, *annon ex phænomenis conſtat, eſſe Entem incorporeum, viventem, intelligentem, omnipræſentem, qui in ſpatio infinito, tanquam ſenſorio ſuo, res ipſas intime cernat, penituſque perſpiciat, totaſque intra ſe præſens præſentes complectatur; quarum quidem rerum id quod in nobis ſentit & cogitat, imagines tantum ad ſe per organa ſenſuum delatas, in ſenſoriolo ſuo percipit & contuetur?* Utique ſi verus omnis in hac philoſophia factus progreſſus, non quidem ſtatim nos ducit ad Cauſæ primæ cognitionem; at certe propius propiuſque nos ad eam perpetuo adducit, eaque re permagni eſt æſtimandus.

QUÆSTIO XXIX.

Annon radii luminis exigua ſunt corpuſcula, e corporibus lucentibus emiſſa? Etenim iſtiuſmodi corpuſcula per media uniformia tranſmitti debebunt in lineis rectis, ſine inflectendo in umbram; quo quidem modo tranſmittuntur radii luminis. Poterunt quoque diverſas habere proprietates, iſtaſque proprietates inter tranſeundum per diverſa media immutabiles conſervare: quæ & ipſa itidem radiorum luminis eſt natura. Corpora pellucida agunt in radios luminis, per intervallum aliquod interjectum; quum eos refringunt, reflectunt, & inflectunt: radiique viciſſim corporum iſtorum particulas, per interjectum aliquod intervallum, agitant, ad ea calefacienda: atque hæc quidem actio & reactio, quæ eſt per intervallum aliquod interjectum, ad vim attrahentem corporum valde admodum videtur ſimilitudine accedere. Si refractio efficiatur attractione radiorum; conſequens erit, ut ſinus incidentiæ debeant ad ſinus refractionis in data eſſe proportione; ſicuti in *Principiis* noſtris *Philoſophiæ* oſtenſum eſt: atque hæc quidem regula experientia comprobatur. Radii luminis inter tranſeundum e vitro in vacuum, inflectuntur ad vitrum verſus; &, ſi nimium oblique in vacuum incidant, revertuntur in vitrum, & ex toto reflectuntur. Atque hujus quidem reflexionis cauſa attribui non poteſt reſiſtentiæ vacui, ſed omnino vi alicui in vitro, quæ radios jam in vacuum exeuntes retrahat & reducat. Etenim, ſi poſterior vitri ſuperficies, aqua, vel oleo limpido, vel melle liquido & pellucido madefiat; jam radii, qui alioqui reflecterentur, tranſibunt in iſtum liquorem. Ex quo apparet, radios non ante reflecti, quam ad poſtremam ipſam vitri ſuperficiem pervenerint, perque eam exire incipiant. Si ex ea egredientes, incidant jam in liquorum aliquem prædictorum, utique progredi, qua cœperint, pergunt; quia vitri attractio paribus fere virium momentis e contraria parte æquatur, & ne effectum ſuum obtineat impeditur, attractione contrario liquoris ſibi adhærentis: ſin autem radii e poſteriore illa ſuperficie egredientes, incidant in ſpatium vacuum,

quod,

quod, cum vim attrahentem nullam habeat, vitri attractionem æquiparare & irritam reddere non poſſit; jam vitri attractio eos vel detorquendo refringit, vel reducendo reflectit. Atque hoc quidem adhuc clarius apparere poterit, committendo inter ſe bina priſmata vitrea, vel bina vitra teleſcopiorum prælongorum objectiva, quorum quidem alterum planum ſit, alterum autem aliquantulum convexum; eaque ita comprimendo, ut nec plane ſe inter ſe contingant, nec nimio tamen intervallo diſtent. Jam enim id luminis, quod in vitri prioris ſuperficiem poſteriorem incidat, qua parte vitra iſta inter ſe intervallo non amplius $\frac{8}{1000000}$ partis unciæ diſtent, tranſmittetur per ſuperficiem illam, perque aerem vel vacuum vitris interjectum, & in vitrum ſecundum ingredietur; quomodo expoſitum eſt in obſervationibus I., IV. & VIII. primæ partis libri ſecundi. Sin autem vitrum ſecundum ſubmoveatur; jam id luminis, quod e ſecunda ſuperficie primi vitri egreditur in aerem vel vacuum, non utique illac progredietur, verum revertetur in vitrum primum, & reflectetur. Ex quo apparet, radios vi aliqua, quæ inſit in primo vitro, retrahi; quippe cum nihil ſit aliud, quod efficere poſſit ut ii revertantur. Porro, ad colorum varietatem omnem, diverſoſque refrangibilitatis gradus producendos; nihil aliud opus eſt, quam ut radii luminis ſint corpuſcula diverſis magnitudinibus: quorum quidem ea, quæ ſint minima, colorem conſtituant violaceum, utique tenebricoſiſſimum & languidiſſimum colorum; eademque omnium facillime, ſuperficierum refringentium actione, de via recta detorqueantur: reliqua autem, ut eorum quodque in magnitudinem excedit, ita colores exhibeant fortiores & clariores, utique cæruleum, viridem, flavum, & rubrum; itemque eadem proportione difficilius uſque & difficilius de via detorqueantur. Adhæc, quo radii luminis alternas habeant facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus vices, nihil aliud opus eſt, quam ut ii exigua ſint corpuſcula; quæ vel attractione ſua, vel alia aliqua vi, vibrationes quaſdam in medio, in quod agunt, excitent; quæ quidem vibrationes, radiis celeriores exiſtentes, prævertant eos ſucceſſive, & ita agitent, ut velocitatem ipſorum augeant imminuantque alternis, adeoque vices illas in ipſis generent. Denique inuſitata illa cryſtalli Islandicæ refractio, valde admodum veriſimile eſt, ut efficiatur vi aliqua attrahente, quæ inſit in certis lateribus tum radiorum luminis, tum particularum cryſtalli. Nam ſi non virtus aliqua ſive vis iſtiuſmodi, in alteris ineſſet lateribus particularum cryſtalli; in alteris non item; quæ quidem vis, radios detorqueret & flecteret ad partes refractionis inuſitatæ; utique fieri non poſſet, ut radii qui in cryſtallum ad perpendiculum incidant, eo verſus, potius, quam aliorſum, tum in ingreſſu tum in egreſſu ſuo ita refringerentur, ut ad perpendiculum itidem emergerent per contrarium jam ſitum plagæ inuſitatæ refractionis in ſuperficie ſecunda; cryſtallo nimirum uſque in radios agente, poſtquam ii per illam tranſmiſſi, jamjam in aerem, vel, ſi placet, in vacuum emergunt. Et, quoniam cryſtallus, iſta vi ſua, non agit in radios, niſi tum cum & radiorum latera inuſitatæ refractionis altera, ad plagam iſtam cryſtalli ſint converſa; apparet in radiorum quoque lateribus illis ineſſe vim ſive virtutem aliquam, quæ correſpondeat vi iſti quæ eſt in cryſtallo, eo fere modo quo binorum magnetum poli ſibi invicem reſpondent. Quæ quidem magnetum virtus, ſicut augeri & imminui poteſt, nec niſi in ſolis magnetibus atque in ferro invenitur; ita vis hæc refringendi radios ad perpendiculum incidentes, major eſt in cryſtallo Islandica, in cryſtallo de rupe minor, necdum in aliis corporibus obſervata eſt ulla. Non hoc ita intelligi velim, ut hanc virtutem magneticam eſſe affirmare videar: videtur ea diverſi eſſe generis. Hoc tantum affirmare velim; utique, quæcunque demum ea vis ſit, vix concipi poſſe qui fieri queat ut radii luminis, niſi ſint illi exigua corpuſcula, vim aliquam habeant in binis laterum ſuorum permanentem, quæ eadem in alteris eorum lateribus eodem tempore non inſit; idque nulla habita ratione, quo poſitu ipſi reſpiciant ſpatium ſive medium per quod tranſmittantur.

Quid in hac quæſtione velim, cum dicam vacuum, & attractiones radiorum luminis adverſum vitrum aut cryſtallum; intelligi poteſt ex iis quæ ſupra dicta ſunt in quæſtionibus XVIII, XIX, & XX.

QUÆ-

QUÆSTIO XXX.

Annon corpora craſſa & lumen in ſe mutuo converti & tranſmutari poſſunt? & annon fieri poteſt, ut corpora vim ſuam actuoſam plurimum accipiant a particulis luminis, quæ in eis componendis inſunt? Etenim corpora omnia fixa, quum ſint calefacta, lumen emittunt tamdiu, dum ſatis calida permanent: & lumen viciſſim immittit ſe & inhæret in corporibus, quoties radii ejus in particulas ipſorum impingunt; quomodo ſupra eſt expoſitum. Nullum corpus, quod ſciam, minus aptum eſt ad lucendum, quam aqua: attamen aqua diſtillationibus repetitis convertit ſe in terram fixam; uti experiendo comperit D. *Boylius*. Jamque terra illa, idonei caloris patiens facta, lucem æque, ac alia corpora, calefaciendo emittit.

Ut corpora tranſmutentur in lumen, & lumen in corpora, valde admodum congruens eſt naturæ ordini & rationi; quæ in iſtiuſmodi converſionibus quaſi delectari videtur. Aqua, quæ eſt ſal admodum fluidus & ſaporis expers, calore convertitur in vaporem, qui eſt genus quoddam aeris; frigore autem in glaciem, quæ eſt lapis durus, pellucidus, fragilis, & ad liquandum aptus: atque hic quidem lapis, revertitur in aquam calore; vapor autem, frigore. Terra, calore fit ignis; & frigore, revertitur in terram. Corpora denſa, fermenteſcendo rarefiunt in varia genera aeris; & aer iſte fermentatione, nonnunquam etiam ſine fermentatione, revertitur in corpora denſa. Argentum vivum ſpeciem habet & formam, interdum metalli fluidi, interdum metalli duri & fragilis; interdum ſalis pellucidi & rodentis, quem ſublimatum appellant; interdum terræ pellucidæ, volatilis, albæ, & ſapore carentis, quam mercurium dulcem vocant; interdum terræ rubræ, opacæ & volatilis, quam cinnabarin appellant; interdum præcipitati rubri, vel albi; & interdum ſalis fluidi: diſtillando: convertit ſe in vaporem: agitatum in vacuo, lucet inſtar ignis: &, poſt omnes has tranſmutationes, revertitur iterum in argentum vivum. Ova ex corporibus minoribus, quam ut ſenſu percipi queant, explicant ſe paulatim in magnitudinem, & in animalia convertuntur: gyrini, in ranas; vermiculi, in muſcas. Aves omnes, beſtiæ, piſces, inſecta, arbores, & univerſum herbarum genus, cum ſingulis ſuis inter ſe valde diverſis partibus, accreſcunt ex aqua & tincturis aquoſis & ſalibus: eademque omnia putreſcendo revertuntur in humores aquoſos. Porro, aqua in aperto aere aliquot dies expoſita, tincturam inducit, quæ (inſtar tincturæ hordei macerati & incocti,) progrediente tempore, ſedimentum habet & ſpiritum; ante putreſcendum autem, alimentum præſtat tum animalibus tum plantis. Inter has autem tot tamque varias miraſque tranſmutationes, quidni & lumen ſimiliter vertat natura in corpora, & corpora in lumen?

QUÆSTIO XXXI.

Annon exiguæ corporum particulæ certas habent virtutes, potentias, ſive vires; quibus, per interjectum aliquod intervallum, agant, non modo in radios luminis, ad eos reflectendos, refringendos, & inflectendos; verum etiam mutuo in ſe ipſæ, ad producenda pleraque phænomena naturæ? Satis enim notum eſt, corpora in ſe invicem agere per attractiones gravitatis, virtutiſque magneticæ & electricæ. Atque hæc quidem exempla, naturæ ordinem & rationem, quæ ſit, oſtendunt; ut adeo veriſimillimum ſit, alias etiam adhuc eſſe poſſe vires attrahentes. Etenim natura valde conſimilis & conſentanea eſt ſibi. Qua cauſa efficiente hæ attractiones peragantur, in id vero hic non inquiro. Quam ego attractionem appello, fieri ſane poteſt ut ea efficiatur impulſu, vel alio aliquo modo nobis ignoto. Hanc vocem *attractionis* ita hic accipi velim, ut in univerſum ſolummodo vim aliquam ſignificare intelligatur, qua corpora ad ſe mutuo tendant; cuicunque demum cauſæ attribuenda ſit illa vis. Nam ex phænomenis naturæ illud nos prius edoctos oportet, quænam corpora ſe invicem attrahant, & quænam ſint leges & proprietates iſtius attractionis;

quam in id inquirere par ſit, quanam efficiente cauſa peragatur attractio. Attractiones gravitatis, virtutiſque magneticæ & electricæ, ad ſatis magna ſe extendunt illæ quidem intervalla; adeoque etiam ſub vulgi ſenſum notitiamque ceciderunt: at vero fieri poteſt, ut ſint præterea aliæ quoque aliquæ, quæ tam anguſtis finibus contineantur, ut uſque adhuc omnem obſervationem fugerint. Et fortaſſe attractio electrica ad iſtiuſmodi exigua intervalla extendi poteſt, etiamſi non excitetur frictione.

Nam, quum ſal tartari fluit per deliquium, annon hoc efficitur attractione aliqua, quæ eſt mutua inter particulas ſalis tartari, & particulas aquæ, quæ vaporum ſpeciem habentes circum in aere volitant? Et cur non ſal vulgaris, vel ſal nitrum, vel vitriolum, fluit itidem per deliquium; niſi quod iſtiuſmodi attractionis expers ſit? Et cur ſal ipſe tartari, poſtquam aquam, pro quantitate ſui, certa portione ex aere exhauſerit, deinceps non amplius imbibit; niſi quod, poſtquam aqua ſaturatus ſit, vi illa attrahente deinceps careat? Et unde eſt, niſi ab hac vi attrahente, quod aqua, quæ per ſe ipſa vel leni admodum tepore diſtillat, e ſale tartari tamen diſtillando elici non poteſt niſi magno calore? Et annon ejuſmodi quoque vi attrahenti, quæ inter particulas olei vitrioli & particulas aquæ mutua ſit, attribuendum eſt, quod oleum vitrioli aquam ſatis magna portione ad ſe ex aere eliciat; cum autem ſemel ſaturatum ſit, deinceps non amplius imbibat; & in diſtillando, aquam ægre admodum dimittat? Et quum aqua & oleum vitrioli in unum vas infuſa, concaleſcunt intermiſcendo; annon ex calore illo apparet, magnum excitatum eſſe motum in particulis liquorum? & annon ex motu illo apparet, binorum iſtorum liquorum particulas inter miſcendum magna cum vi coaleſcere, & conſequenter ad ſe invicem motu cum accelerato irruere? Et quum aqua fortis vel ſpiritus vitrioli, ſcobi ferreæ ſuperfuſus, magno eam cum calore & ebullitione diſſolvit; annon calor & ebullitio iſta oritur ex violento partium motu? & annon ex motu iſto apparet, acidas liquoris particulas in partes metalli magna cum vi irruere, & violenter ſe in occultos earum meatus ingerere; donec inter exteriores metalli grumulorum particulas, & maſſulas ipſas, ſeſe introdantes, & exterioribus illis particulis factæ jam undique circumfluæ, disjungant eas ſingulatim a maſſulis ſuis, efficiantque ut ſolutæ in aqua innatent? Et quum acidæ liquoris particulæ, quæ per ſe ſolæ ſatis leni calore diſtillarent, a metalli tamen particulis diſtillando avelli & ſeparari non poſſunt, niſi forte ingenti admodum & violento calore; annon hoc illud confirmat, utique eſſe inter eas iſtiuſmodi attractionem mutuam?

Quum ſpiritus vitrioli, ſali vulgari vel ſali nitro affuſus, ebullitionem ciet, & coaleſcit cum ſale; &, in diſtillando, ſpiritus ſalis vulgaris vel ſalis nitri multo facilius, quam antea, aſcendit; ſpiritus vitrioli autem pars acida, infra in vaſe reſtat; annon hinc colligi poteſt, fixum alkali ſalis, acidum vitrioli ſpiritum fortius utique, quam ſuum ipſius ſpiritum ſalis, ſibi attrahere; &, quoniam utrumque ſimul detinere non poteſt, ſuum ipſius dimittere? Et quum oleum vitrioli e nitro pari pondere diſtillatur, & ex utriſque elicitur ſpiritus nitri compoſitus; iſteque ſpiritus, dupla portione, affuſus oleo caryophillorum, vel oleo ex cari ſeminibus, vel oleo cuivis ponderoſo ex plantarum vel animalium partibus, vel oleo reſinæ terebinthinæ cum admixto balſamo ſulphuris parva portione ad ſpiſſamentum, concaleſcit uſque adeo inter commiſcendum, ut etiam flammam ex ſe continuo concipiat: annon permagnus ille & ſubitaneus calor hoc indicat, utique binos iſtos liquores maxima cum vi permiſceri inter ſe, eorumque particulas inter miſcendum ad ſe invicem motu cum accelerato irruere, & violentiſſimo impetu inter ſe confligere & collidi? Et annon eidem cauſæ tribuendum eſt, quod ſpiritus vini probe rectificatus, & compoſito illi ſpiritui jam dicto affuſus, flamma ſubitanea coruſcat? & quod pulvis fulminans, quem vocant, ex ſulphure, nitro, & ſale tartari compoſitus, ictu magis ſubito magiſque violento, quam etiam pulvis ipſe tormentarius, diſploditur? acidis nimirum ſulphuris nitrique ſpiritibus ad ſe invicem & ad ſalem tartari tanto cum impetu irruentibus, ut concuſſu & colliſu ſuo pulverem ſimul omnem vehementi

ebul-

ebullitione rarefaciant, & in vaporem atque flammam disjiciant? Utique, ubi corporum inter ſe permixtorum diſſolutio cum lentiori fit motu, ibi ebullitio & ipſa quoque lenta eſt, & cum leniori calore: ubi diſſolutio celerior fit, ibi & ebullitio quoque major eſt, & cum majori calore: & ubi diſſolutio fit tota ſimul, ibi ebullitio quoque fit quaſi in momento temporis per ſubitam violentamque exploſionem, & cum calore nihilo minore quam ignis ipſius & flammæ. Sic quum compoſitus ille ſpiritus nitri ſupra dictus drachmæ unius pondo, in olei ex cari ſeminibus pondo dimidiam drachmam ſuperinfuſus erat in vacuo; flammam continuo concepit miſtura illa, cum diſploſu inſtar pulveris tormentarii; diffregitque vitrum aere evacuatum, in quo incluſa fuerat; quanquam habebat id quidem in amplitudinem uncias ſex, in altitudinem octo. Quinimo ſulphur ipſum craſſum & impuratum, ſi in pulverem redigatur, & cum ſcobe ferrea pari poudere commixtum, adjecto aquæ paululo, in firmitatem farinæ aqua ſubactæ depſatur; aget in ferrum, & intra quinque aut ſex horarum ſpatium, concaleſcet ita ut manibus tractari nequeat, & etiam flammam emittet. Atque ex his quidem omnibus experimentis; ſi eodem tempore conſideremus quam multum ſit ſulphuris intra terram, & quam calidæ ſint partes interiores terræ; fonteſque fervidos contemplemur, monteſque ardentes, mephiteſque ſubter terram ſubitaneas, & vapores inflammabiles, coruſcationes metallicas, terræ motus, exhalationes æſtuoſas & ſuffocantes, ventorum turbines, immaneſque aquæ marinæ in cœlum uſque elatos & contortos vortices; utique intelligere poterimus, omnino ita comparatam eſſe terram, ut in viſceribus ejus abundent vapores ſulphuroſi, qui cum mineralibus fermenteſcere debeant, & interdum ignem concipere, eum ſubita coruſcatione & diſploſu; & ſi forte in cavernis ſubterraneis arcte incluſi contineantur, vehementer conquaſſare terram, & cavernas ejus diſrumpere, quemadmodum cuniculi pulvere tormentario repleti terram ſuffoſſam mira cum violentia disjiciunt: quod cum accidit, tum vapores exploſione iſta generatos, per occultos terræ meatus expirare, æſtuoſoſque ſentiri & ſuffocantes; procellaſque, turbines & tempeſtates ciere, efficereque nonnunquam ut terræ tractus de locis ſuis tranſportentur, ebulliatque mare, & guttatim ſubvehantur in cœlum aquę, quæ deinceps acervatim & vorticoſo pondere corruant, quaſi e nubibus effuſæ. Præterea, exhalationes quædam ſulphuroſæ omni tempore, quando terra ſit ſiccior, in aerem aſcendentes, fermenteſcunt ibi cum acidis nitroſis; & nonnunquam ignem concipientes, fulmina generant, & tonitrua, aliaque meteora ignea. Abundat enim aer vaporibus acidis fermenteſcendo aptis; uti videre eſt ex eo, quod ferrum & cuprum rubiginem in aere tam facile contrahant, igniſque accendatur ſufflando, cordiſque pulſus in animalibus reſpiratione conſervetur. Jam vero hi, quos diximus, motus, tanti ſunt tamque violenti, ut ex eis ſatis appareat, utique in fermentationibus particulas corporum, quæ ferme quieverant, novis motibus cieri a principio aliquo præpotente, quod in eas nonniſi tum agat, quum inter ſe valde propinquæ ſint; efficiatque ut eæ concurrant inter ſe & collidantur magna vi, motuque illo concaleſcant, & diffringentes conterenteſque ſe invicem, evaneſcant in aerem, vaporem, & flammam.

Quum ſal tartari per deliquium in ſolutionem cujuſvis metalli infuſus, metallum præcipitat, efficitque ut id limi ſpecie in fundo ſubſidat, annon ex hoc apparet, acidas liquoris particulas fortius utique ſale tartari, quam a metallo, attrahi; adeoque fortiori illa attractione, ad ſalem tartari e metallo tranſduci? Similiter quum ſolutio ferri in aqua forti, diſſolvit cadmiam injectam, ſuumque ferrum dimittit; vel quum ſolutio cupri, diſſolvit ferrum ſibi immiſſum, dimittitque cuprum; vel quum ſolutio argenti, diſſolvit cuprum, argentumque ſuum dimittit; vel quum ſolutio argenti vivi in aqua forti, ſuperfuſa ferro, cupro, ſtanno vel plumbo, diſſolvit id metallum & argentum vivum dimittit: annon hoc indicat, acidas aquæ fortis particulas fortius utique ad cadmiam attrahi, quam ad ferrum? fortiuſque ad ferrum, quam ad cuprum? & ad cuprum, quam ad argentum? itemque fortius ad ferrum, cuprum, ſtannum vel plumbum, quam ad argentum vivum? Et annon

V 2 eidem

eidem cauſæ tribuendum eſt, quod ad ferrum diſſolvendum ſaturandumque, plus aquæ fortis opus ſit, quam ad cuprum; & ad cuprum plus opus ſit, quam ad reliqua metalla: itemque quod ferrum metallorum omnium facillime diſſolvatur, rubiginemque facillime contrahat; deinceps autem, cuprum?

Quum oleum vitrioli commixtum eſt cum aquæ paululo, vel fluxit per deliquium; & inter diſtillandum aqua illa ægre aſcendit, ſubvehitque ſecum partem aliquam olei vitrioli, ſpecie ac forma ſpiritus vitrioli; iſteque ſpiritus, ferro, cupro, vel ſali tartari affuſus, coaleſcit cum illo, & dimittit aquam: annon hoc oſtendit, ſpiritum illum acidum attrahi quidem ab aqua, fortius autem attrahi a corpore fixo quam ab aqua; ideoque dimittere aquam, ut cum corpore fixo coaleſcat? Et annon eidem cauſæ tribuendum eſt, quod aqua & ſpiritus acidi qui inſunt in aceto, aqua forti, & ſpiritu ſalis, cohærent & in diſtillando ſimul aſcendunt: ſin autem id menſtruum, ſali tartari, vel plumbo, vel ferro, vel cuivis corpori fixo, quod id diſſolvere queat, ſuperfuſum ſit; tum ſpiritus illi acidi fortiore attractione adhærent corpori fixo, & dimittunt aquam? Et annon mutuæ itidem attractioni tribuendum eſt, quod ſpiritus fuliginis & ſalis marini coaleſcant, & conſtituant particulas ſalis ammoniaci; quæ minus, quam antea, volatiles ſunt, quippe craſſiores & minus aquæ ſibi admixtum habentes? item quod particulæ ſalis ammoniaci, inter ſublimandum, ſubvehant ſecum particulas ſtibii, quæ per ſe ſolæ ſublimari nolunt? & quod particulæ argenti vivi, coaleſcentes cum particulis acidis ſpiritus ſalis, conſtituant mercurium ſublimatum; cum particulis autem ſulphuris, cinnabarin? & quod particulæ ſpiritus vini & ſpiritus urinæ probe rectificatorum, coaleſcant; &, dimittentes aquam quæ eas diſſolverat, in corpus firmum dureſcant? & quod inter ſublimandum cinnabarin e ſale tartari vel calce viva; ſulphur, fortiori attractione ſalis vel calcis, dimittat argentum vivum, ipſumque una cum corpore fixo in vaſe reſtet? & quod, cum mercurius ſublimatus ſublimetur e ſtibio, vel e regulo ſtibii: ſpiritus ſalis dimittat argentum vivum; & coaleſcat cum metallo illo ſtibii, quod quidem eum fortius attrahit; & reſtet cum illo, uſque dum calor tantus ſit, ut is utrumque ſimul ſurſum impellere poſſit; tumque ſpiritus iſte ſalis ſubvehat ſecum illud metallum, ſpecie & forma ſalis valde fuſilis, quem butyrum ſtibii appellant; idque licet ſpiritus ſalis per ſe ſolus non multo minus volatilis ſit quam aqua, & ſtibium per ſe ſolum non minus fixum quam plumbum?

Quum aqua fortis diſſolvit argentum, non autem aurum; & aqua regia diſſolvit aurum, non autem argentum: annon recte dici poteſt, aquam fortem ſatis quidem ſubtilem eſſe ad penetrandum aurum æque ac argentum; carere autem vi illa attrahente, qua ſe inferre & introdare poſſit? & aquam regiam ſatis quidem ſubtilem eſſe, ad penetrandum argentum æque ac aurum: carere autem vi illa attrahente, qua ſe introdare poſſit? Nam aqua regia nihil eſt aliud, niſi aqua fortis cum admixto ſpiritu ſalis vel ſale ammoniaco: atque etiam ſal ipſe vulgaris in aqua forti diſſolutus, efficit ut illa aurum deinceps diſſolvere poſſit; quamvis ſal quidem iſte, ſit corpus craſſum. Cum igitur ſpiritus ſalis præcipitat argentum de aqua forti; annon hoc inde fit, quod is attrahat aquam fortem, ſeque ei admiſceat; non autem attrahat argentum, fortaſſe etiam id a ſe repellat? Cumque aqua præcipitat ſtibium de ſublimato ſtibii & ſalis ammoniaci, vel de butyro ſtibii; annon hoc inde fit, quod ea ſalem ammoniacum vel ſpiritum ſalis diſſolvat, illique ſe admiſceat, & vim illius imminuat; non autem attrahat ſibi ſtibium, fortaſſe etiam id a ſe repellat? Et annon ex eo, quod nulla ſit attractio mutua inter particulas aquæ & olei, argenti vivi & ſtibii, plumbi & ferri; fit, ut corpora iſta inter ſe non permiſceantur? attractione autem debili, ut argentum vivum & cuprum ægre quidem commiſceantur? & attractione forti, ut argentum vivum & ſtannum, ſtibium & ferrum, aqua & ſales, facile permiſceantur inter ſe? Et in univerſum, annon eidem iſti principio tribuendum eſt, quod calor congreget corpora quæ ſint ejuſdem generis, ſeparet autem ea quæ ſint generum diverſorum?

Quando arſenicum cum ſapone regulum producit, cum mercurio ſublimato au-

tem

Digitized by Google

tem ſalem volatilem, fuſilem, & butyro ſtibii ſimilem; annon hoc oſtendit, arſenicum, quod eſt corpus ex toto volatile, compoſitum eſſe ex partibus fixis & volatilibus arcte inter ſe mutua attractione cohærentibus, ita ut partes volatiles aſcendere nequeant, quin eodem tempore fixas quoque ſecum ſubvehant? Similiter, quum ſpiritus vini & oleum vitrioli pari pondere ſimul digeſta ſunt; &, diſtillando, duos reddunt ſpiritus volatiles & fragrantes, qui quidem inter ſe permiſceri nolunt; reſtat autem infra in vaſe, terra fixa &, nigra: annon hoc indicat oleum vitrioli compoſitum eſſe ex partibus volatilibus & fixis, arcte inter ſe mutua attractione cohærentibus, ita ut ambæ ſimul aſcendant, formam habentes ſalis volatilis, acidi, & fluidi; donec ſpiritus vini interveniens, attrahat ſibi & ſeparet partes volatiles a fixis? Proinde, quandoquidem & oleum ſulphuris per campanam ejuſdem eſt naturæ ac oleum vitrioli; annon recte inferri poteſt, utique & ſulphur itidem compoſitum eſſe ex partibus volatilibus & fixis, arcte inter ſe mutua attractione cohærentibus, ita ut ambæ ſimul inter ſublimandum aſcendant? Nam & diſſolvendo flores ſulphuris in oleo reſinæ terebinthinæ, deinde ſolutionem iſtam diſtillando, compertum eſt ſulphur conſtare ex oleo craſſo & inflammabili, ſive bitumine pingui, ſale acido, terra valde fixa, & metalli paululo: quorum quidem corporum priora tria, æqua fere portione inveniebantur; quartum autem tam parva admodum portione, ut obſervatu dignum vix eſſet. Sal ille acidus, in aqua diſſolutus, idem eſt ac oleum ſulphuris per campanam; permultuſque cum ſit in viſceribus terræ, maximeque in marchaſitis, coaleſcit inde cum cæteris corporibus ex quibus conſtant marchaſitæ, cum bitumine ſcilicet, ferro, cupro & terra; cumque illis conflat alumen, vitriolum & ſulphur: cum terra ſola nimirum, alumen; cum metallo ſolo, vel metallo & terra, vitriolum; & cum bitumine & terra, ſulphur: ex quo fit, ut marchaſitæ tribus illis mineralibus abundent. Et annon mutuæ attractioni attribuendum eſt, quod materiæ diverſæ, ex quibus hæc conſtant mineralia, coeant & cohæreant ad ea conflanda? & quod bitumen ſubvehat ſecum reliquam ſulphuris materiam, quæ ſine illo ſublimari non poſſet? Idemque de omnibus, vel fere omnibus, quotquot uſquam ſunt corpora craſſa, quæri poteſt. Nam & animalium & plantarum partes omnes compoſitæ ſunt ex materiis volatilibus & fixis, fluidis & ſolidis; uti ex eorum analyſi quidem apparet; itemque ſales & mineralia; quantum chymici quidem compoſitionem eorum uſque adhuc perveſtigare potuerint.

Quum mercurius ſublimatus ſublimatur denuo cum argento vivo, fitque mercurius dulcis; qui eſt terra alba, ſaporis expers, & in aqua haud diſſolubilis: cumque mercurius dulcis, ſublimatus iterum cum ſpiritu ſalis, revertitur in mercurium ſublimatum: & quum metalla paululo acidi corroſa, convertuntur in rubiginem; quæ eſt terra ſaporis expers, & in aqua non diſſolubilis; terraque iſta pluſculo acidi macerata fit ſal metallicus: cumque lapides quidam, ut fluor plumbi, idoneo menſtruo diſſoluti, ſales fiunt: annon hæc omnia oſtendunt, ſales conſtare ex terra ſicca & acido aquoſo attractione conjunctis? terramque non poſſe ſalem fieri, niſi accedat tantum acidi quantum ad id ſufficiat, ut illa diſſolvi deinceps poſſit in aqua?

Annon acidorum ſapor ille acerbus & pungens, oritur ex forti attractione, qua particulæ acidæ irruant in particulas linguæ, eaſque agitent? Et quum metalla, in menſtruis acidis diſſoluta ſunt; acidaque cum metallo conjuncta, alia jam ratione agunt; adeo ut permixtio illa ſaporem jam alium habeat multo quam antea mitiorem, nonnunquam etiam dulcem: annon hoc inde fit, quod corpuſcula acida particulis metallicis adhæreſcentia, multum eo pacto de vi ſua actuoſa imminuant? Et, ſi acidum minore portione adſit, quam ut compoſitum efficiat in aqua diſſolubile; annon acidum illud, ad metallum arcte adhæreſcendo, vim ſuam actuoſam ſaporemque omnem amittet? fietque corpus ex utriſque compoſitum, terra ſaporis expers? Quæ enim corpora humore linguæ non diſſolvuntur; ea ſenſum guſtus non afficiunt.

Quemadmodum gravitas efficit: ut mare denſiorem & ponderoſiorem terræ globum

bum circumfluat ; ita attractione effici poteſt ut acidum aquoſum denſiores & compactiores particulas terreſtres circumfluat , ad componendas particulas ſalis . Neque enim alioqui fieri poſſet , ut acidum loco medii foret inter terram & aquam vulgarem , ad efficiendum ut ſales diſſolvantur in aqua : neque futurum eſſet , ut ſal tartari tam facile extraheret acidum e metallis diſſolutis ; aut metalla , acidum ex argento vivo . Utique , quomodo in ingenti illo terrarum mariſque globo, denſiſſima quæque corpora gravitate ſua ſubſidunt in aqua , ſemperque conantur ad centrum globi accedere ; eodem modo in particulis ſalis, materia denſiſſima ſemper conabitur ad particulæ centrum accedere : adeo ut particula ſalis , comparari queat quadantenus ad Chaos ; denſa videlicet , dura , ſicca & terreſtris a centro ; rara autem , mollis, humida & aquoſa a ſuperficie . Atque huic quidem cauſæ tribuendum videtur , quod ſales natura ſunt adeo durabili . Nempe deſtrui vix poſſunt , niſi ita ſi aquoſæ ipſorum partes vel vi abſtrahantur ; vel leni calore , inter putreſcendum , in occultos meatus terræ illius, quæ eſt ad centra particularum , inſidere permittantur , uſque dum partes terreſtres diſſolvantur tandem aqua , & ſeparentur in minores particulas , quæ , qua ſint exiguitate , efficere queant ut totum putrefactum nigro videatur colore . Porro , hinc quoque fieri poteſt , ut partes animalium & plantarum ſuas ſingularum formas conſervent , & nutrimentum in ſuam cujuſque ipſarum ſimilitudinem convertant ; molli nimirum & humido nutrimento facile immutante texturam ſuam per lenem calorem & motum , donec ſimile tandem factum ſit denſæ illi , duræ , ſiccæ & durabili terræ , quæ eſt in centro uniuſcujuſque particulæ . Quum vero nutrimentum ineptum ſit ad aſſimilandum ; vel terra illa , quæ eſt in centris particularum , debilior facta eſt , quam ut id in ſimilitudinem ſui convertere poſſit : tum motus ille omnis deſinit in confuſionem , putredinem & mortem.

Si ſal quivis vel vitriolum parva admodum portione diſſolvatur in permulta aqua ; particulæ ſalis vel vitrioli non utique ad imum ſident , licet ſpecifice graviores ſint quam aqua , ſed diffundent ſe æquabiliter per totam aquam ; ita ut illa æque ſalſa futura ſit a ſummo , ac ab imo . Annon hoc indicat , partes ſalis vel vitrioli a ſe mutuo recedere, & ſeſe expandere conari quaquaverſus, tamque longe a ſe invicem ſejungi , quam patitur aquæ , in qua innatant , ſpatium ? & annon conatus iſte oſtendit , utique habere eas vim quandam repellendi , qua a ſe invicem diffugiunt ? aut ſaltem fortius eas aquam attrahere , quam ſemet ipſas mutuo ? Etenim , quemadmodum corpora illa omnia in aqua aſcendunt , quæ telluris gravitate minus ſunt attracta, quam eſt aqua ipſa : ita omnes ſalis particulæ, quæ in aqua innatant, minuſque ab una qualibet ſalis particula ſunt attractæ, quam eſt aqua ipſa ; recedant neceſſe eſt a particula illa , & aquæ fortius attractæ locum dent .

Quum liquor ſale quovis imbutus, evaporatus eſt, quod ajunt, ad cuticulam ; & deinde refrixit : ſal continuo concreſcit in figuras aliquas regulares. Ex quo apparet, ſalis particulas, antequam concreſcerent , jam in liquore illo æquis interjectis intervallis, certiſque ordinibus diſpoſitas innataſſe ; & conſequenter eas in ſe invicem egiſſe vi aliqua , quæ æqualis ſit in intervallis æqualibus , in inæqualibus inæqualis . Nam tali quidem vi , illæ ſe in conſimiles ordines uſquequaque diſponent , ſine ea autem , circumnatabunt diſperſim quaquaverſus ; itemque ſine ullo ordine , ut forte ceciderit, concurrent . Et quoniam particulæ cryſtalli Iſlandicæ agunt omnes conſimili ratione in radios luminis, ad refractionem illam inuſitatam efficiendam ; annon credibile eſt particulas illas , in fruſtis ejus cryſtalli formandis , non modo certis ſe ordinibus ita diſpoſuiſſe, ut, extremitatibus ſuis eodem cunctis ſpectantibus, in figuras regulares concreſcerent ; verum etiam ita inſuper , ut & latera quoque ſua quoad vires attrahentes homogenea, quaſi polari quadam virtute eodem omnes converterint ?

Corporum omnium durorum homogeneorum particulæ, quæ ſe inter ſe plane contingunt, magna vi inter ſe cohærent . Quod qui fieri poſſit, ut explicarent philoſophi, commenti ſunt alii atomos hamatas ; quod eſt utique id ipſum pro reſponſo afferre , quod erat quæſitum . Alii finxerunt corporum particulas inter ſe conglutinatas

tas eſſe quiete; hoc eſt, qualitate occulta, aut potius plane nihilo. Alii eas cohærere motibus conſpirantibus, hoc eſt, quiete relativa inter ſe. Ego ſane ex cohærentia corporum, illud malim inferre, utique particulas ipſorum attrahere ſe invicem vi aliqua, quæ in ipſo contactu perquam ſit magna; parvis interjectis intervallis, chymicos illos effectus ſupra memoratos obtineat; ad ſpatia autem a particulis aliquanto remotiora (quod quidem ſenſu percipi poſſit) non omnino pertineat.

Corpora omnia, compoſita eſſe videntur ex particulis duris. Alioqui enim fluida non congelarent; quod quidem faciunt aqua, oleum, acetum, & ſpiritus ſive oleum vitrioli, frigore; argentum vivum, fumis plumbi; ſpiritus nitri & argentum vivum, diſſolvendo argentum vivum, & evaporando phlegma; ſpiritus vini & ſpiritus urinæ, phlegma eorum auferendo eoſque inter ſe permiſcendo; & ſpiritus urinæ & ſpiritus ſalis, eos ſimul ſublimando, ad conficiendum ſalem ammoniacum. Quin & ipſi etiam radii luminis, corpora dura eſſe videntur; neque enim alioqui poſſent in diverſis ſuis lateribus diverſas retinere proprietates. Quare duritia, univerſæ materiæ ſimplicis proprietas haberi poteſt. Saltem hoc nihilo minus evidens eſt, quam impenetrabilitatem ipſam materiæ eſſe univerſæ proprietatem. Nam omnia corpora, quæ quidem nos experientia norimus, vel ſunt dura, vel dureſcere poſſunt: neque vero alia ulla certa ratione novimus corpora univerſa impenetrabilia eſſe, niſi quod experientia ampliſſima nos id docuerit, ſine ulla unquam oblata exceptione. Jam ſi corpora quidem compoſita tam ſunt dura, quam experientia comperimus eorum nonnulla eſſe; & occultorum tamen meatuum permultum in ſe habent, conſtantque ex particulis adpoſitis ſolummodo inter ſe; utique ſimplices ipſæ particulæ, quæ occultos meatus in ſe nullos habent, neque unquam in partes diviſæ fuerunt, longe adhuc duriores ſint neceſſe eſt. Etenim iſtiuſmodi duræ particulæ, in unum congeſtæ, fieri vix poteſt ut ſe inter ſe contingant, niſi in perpaucis punctis; ideoque omnino multo minore vi ad eas disjungendas opus erit, quam ad confringendum particulam ſolidam, cujus utique partes omnes ſe inter ſe contingunt in totis ſuperficiebus ſuis, ſine ullis meatibus aut intervallis interjectis; quæ earum cohærentiam minus firmam reddere poſſint. Qui autem iſtiuſmodi præduræ particulæ, adpoſitæ ſolummodo inter ſe, ſeque invicem in perpaucis tantum punctis contingentes, cohæreſcere queant; idque tanta vi, quanta experientia novimus; utique, niſi cauſa ſit aliqua quæ efficiat ut eæ ad ſe invicem attrahantur vel apprimantur, concipi vix poteſt.

Porro, rem eandem inde quoque infero, quod bina marmora perpolita cohæreant etiam in vacuo; & quod argentum vivum in barometro ſubſiſtat ad altitudinem 50, 60, vel 70 unciarum, vel etiam amplius eo; ita ſcilicet, ſi prius ab aere omni probe depurgatum fuerit, & in tubum cauta manu infuſum, ut adeo partes ejus ſint uſquequaque contiguæ & ſibi invicem & vitro. Atmoſphæra pondere ſuo argentum vivum ſurſum in tubum premit, ad uſque altitudinem 29 aut 30 unciarum: alia autem aliqua cauſa efficiens, id deinceps amplius ſuſtollit; non id in tubum ſurſum premendo, ſed efficiendo ut partes ejus & vitro & ſibi invicem adhæreſcant. Etenim ſi quo pacto partes ejus, vel interjectis bullulis, vel ſuccutiendo vitrum, disjungantur; corruit continuo argentum vivum omne uſque eo, donec haud amplius 29 aut 30 uncias in altitudinem habeat.

Atque his quidem congrua ſunt, quæ ſequuntur itidem experimenta. Si duæ planæ & politæ laminæ vitreæ (puta bina ſpeculi politi fragmenta) ita componantur, ut earum facies ſint inter ſe parallelæ, & parvo admodum interjecto intervallo disjunctæ; inferiora autem ipſarum extrema in aquam intingantur; aqua inter eas continuo aſcendet. Quantoque minori intervallo interjunctæ ſint vitrorum facies, tanto majorem in altitudinem ſe interferens ſuſtolletur aqua. Si lamellæ vitreæ inter ſe diſtent circiter $\frac{1}{100}$ parte unciæ, aqua inter eas circiter unciam unam aſcendet: & qua ratione id intervallum majus fuerit, vel minus; eadem ratione reciproca quam proxime, aquæ aſcendentis altitudo major erit vel minor. Etenim vitrorum vis attrahens eadem eſt; ſive majori ſive minori intervallo inter ſe diſtent:

pon-

Digitized by Google

ponduſque aquæ ſurſum attractæ idem eſt, quando ejus altitudo ſit intervallo vitrorum reciproce proportionalis. Similiter, inter bina marmora plana & polita aſcendit aqua, quando eorum latera polita ſint inter ſe parallela, & exiguo admodum interjecto intervallo disjuncta. Quod ſi tubuli vitrei tenues, in aquam ſtagnantem ab inferiore ſui parte intingantur; aqua intra tubulum aſcendet; idque ea ratione, ut ejus altitudo reciproce proportionalis ſit tubi cavitatis diametro, & par altitudini aquæ inter binas laminas vitreas aſcendentis, ſiquidem tubi cavitas ſemidiametro par ſit aut fere par laminarum iſtarum intervallo. Atque horum quidem omnium experimentorum (coram Societate regia captorum,) ſive in vacuo, ſive in aperto aere, unus fuit exitus. Quare ex atmoſphæræ pondere aut preſſu, nullo modo pendent.

Porro, ſi amplus tubus vitreus cineribus ad ſubtilitatem cribro ſuccretis & in tubum arcte compreſſis compleatur, tubique altera extremitas in aquam ſtagnantem intingatur, aqua in cinerem lente ſubrepet; adeo ut ſeptem aut quatuordecim dierum ſpatio ad uſque altitudinem 30 aut 40 unciarum in tubo ſupra aquam ſtagnantem conſcenderit. In tantam autem altitudinem attollitur aqua, actione earum ſolummodo particularum cineris, quæ ſunt in ipſa aquæ aſcendentis ſuperficie: quæ enim intra aquam ſunt cineris particulæ, eæ aquam tam deorſum quam ſurſum attrahunt aut repellunt. Quare cineris particularum actio valde fortis eſt. Veruntamen quoniam cineris particulæ non ſunt tam denſæ tamque compactæ, ac vitri; ideo earum actio minus fortis eſt, quam vitri. Etenim vitro argentum vivum ad uſque altitudinem 60 aut 70 unciarum ſuſpenſum tenetur: ideoque vitrum ea vi agit, quæ aquam altitudine amplius 60 pedum ſuſpenſam tenere deberet.

Pari de cauſa, ſpongia aquam ſuctu attrahit; & in animalium corporibus glandes, pro ſua cujuſque natura ac conſtitutione, ſuccos diverſos ſibi e ſanguine attrahunt.

Si duæ planæ & politæ vitri laminæ, uncias ternas aut quaternas latæ, & vicenas aut vicenas quinas longæ, ita diſponantur, ut earum altera horizonti parallela jaceat, altera autem ei ita ſuperponatur, ut earum extremitates alteræ ſe inter ſe contingant, angulumque circiter 10 aut 15 minutorum contineant; harum autem laminarum facies interiores, linteo mundo in mali aurei oleum vel ſpiritum terebinthinum intincto prius madefiant; & deinde olei iſtius ſive ſpiritus gutta una vel altera in vitri inferioris extremum id, quod a dicto angulo maxime diſtet, demittatur: utique, ſimul primum ac vitri lamina ſuperior inferiori ita ſuperpoſita ſit, ut eam (quomodo ſupra dictum eſt) altera ſui extremitate contingat, altera autem guttam; continens nimirum cum inferiori vitro angulum circiter 10 aut 15 minutorum; gutta continuo eam ſe in partem, qua parte binæ laminæ contingunt inter ſe, movere incipiet; motuque ferri perget perpetim accelerato, uſque dum ad ipſum vitrorum concurſum perveniat. Etenim bina vitra guttam attrahunt: efficiuntque ut ea illo moveatur, quo attractiones vergunt. Quod ſi, dum gutta prorepit, vitrorum interea extremitas illa, qua contingunt inter ſe, & quo verſum gutta fertur, elevetur; jam inter vitra ſurſum verſus adrepet gutta, ac proinde movetur attractione. Et pro eo ac vitrorum extremum illud, quo inter ſe contingunt, magis magiſque elevetur; gutta tardius uſque, & adhuc tardius aſcendet; & tandem plane quieſcet; deorſum nimirum pondere ſuo delata tantum, quantum attractione ſurſum verſus. Atque hoc pacto intelligi poteſt, qua demum vi attrahatur gutta, in omnibus a concurſu vitrorum intervallis.

Captis autem ab *Havvksbeio* noſtrate quibuſdam hujuſmodi experimentis, compertum eſt attractionem eſſe propemodum reciproce in duplicata ratione intervalli mediæ guttæ a vitrorum concurſu: ſcilicet, reciproce in ſimplici ratione, propterea, quod gutta compreſſior diffundatur, & vitrorum utrumque ampliori ſuperficie contingat; rurſum autem reciproce in ſimplici ratione, propterea quod attractiones jam in æquali ſuperficie attrahente fortiores evadant. Ea igitur attractio, quæ fit in æquali ſuperficie attrahente, eſt reciproce ut intervallum vitrorum inter ſe. Ideo-

que

que ubi hoc intervallum valde eſt exiguum, attractio debebit admodum eſſe fortis. Ex tabula in ſecunda parte libri ſecundi, ubi craſſitudines coloratarum aquæ lamellarum inter bina vitra concluſarum ſunt deſcriptæ; craſſitudo lamellæ, qua parte nigerrima videtur, eſt $\frac{\frac{3}{8}}{1000000}$ unius unciæ. Qua parte autem oleum mali aurei inter dictas laminas vitreas hac eſt craſſitudine; attractio, ex præcedenti regula exiſtimata, tanta eſſe videtur, ut intra circulum diametro uncialem, valeat ad ſuſtinendum pondus tantum, quantum eſt cylindri aquæ diametro uncialis, in longitudinem autem duo triave ſtadia habentis. Atque ubi oleum attrahendum, adhuc minori ſit craſſitudine; poterit attractio, ſervata proportione, adhuc major eſſe, & perpetim uſque augeſcere, donec craſſitudo tandem non ſit amplius unius particulæ olei. Sunt ergo in rerum natura cauſæ efficientes, quarum vi particulæ corporum cohæreſcant attractionibus admodum fortibus: iſtæque cauſæ quænam ſint, philoſophiæ officium eſt in experimentis verſando invenire.

Jam quidem fieri poteſt, ut materiæ particulæ exiguiſſimæ, attractionibus fortiſſimis inter ſe cohæreant, conſtituantque particulas majuſculas, quarum vis illa attrahens debilior ſit; harumque particularum majuſcularum permultæ, inter ſe itidem cohærentes, particulas majores conſtituant, quarum vis attrahens adhuc ſit debilior; & ſic deinceps continuata ſerie, donec ad maximas tandem deventum ſit particularum illarum, e quibus operationes chymicæ & colores corporum naturalium pendent; quæque inter ſe cohærentes, corpora demum conſtituant magnitudine ſub ſenſum cadente. Quorum denique corporum ſi quod ſit compactum, flectatque ſe; &, cum prematur, intro cedat, ſine ullo partium ſuarum ſublapſu; jam id corpus durum eſt & elaſticum, revertens ad figuram ſuam vi ea, quæ ex mutua partium ſuarum attractione oritur. Si partes ejus, inter ſe ſublabuntur; jam corpus id molle eſt, & mallei ictibus cedens. Si partes facillime labantur, & magnitudine ſint ea, qua calore facile agitari queant; calorque ſatis magnus, ad eas agitandas; (licet multo fortaſſe minor, quam ad id opus eſt, ne aqua congeletur;) jam corpus illud fluidum eſt: &, ſi adhæreſcendo aptum ſit, appellatur humidum. Guttæ autem corporis cujuſque fluidi, ut figuram globoſam induere conentur, facit mutua partium ſuarum attractio; eodem modo, quo terræ mariaque in rotunditatem undique conglobantur, partium ſuarum attractione mutua, quæ eſt gravitas.

Quandoquidem metalla in acidis diſſoluta, parvam ſolummodo acidi portionem ad ſe trahunt; liquet vim eorum attrahentem, non niſi ad parva circum intervalla pertingere. Et ſicuti in Algebra, ubi quantitates affirmativæ evaneſcunt & deſinunt, ibi negativæ incipiunt; ita in mechanicis, ubi attractio deſinit, ibi vis repellens ſuccedere debet. Talis autem vis aliqua ut ſit, conſequi videtur ex reflexionibus & inflexionibus radiorum lucis: nam in utroque horum caſuum, repelluntur radii a corporibus, ſine immediato contactu corporis reflectentis vel inflectentis. Videtur etiam conſequi ex emiſſione luminis: nam radius, ſimul ac e lucente corpore per vibrantem partium ipſius motum excuſſus ſit, & e ſphæra attractionis ejus evaſerit; ingenti admodum velocitate propellitur. Etenim eadem vis, quæ in reflexione ad radium repellendum valet, poſſit etiam ad eundum emittendum valere. Porro, videtur etiam conſequi ex productione aeris & vaporum: nam particulæ e corporibus excuſſæ per calorem vel fermentationem, ſimul ac e ſphæra attractionis corporis ſui evaſerint, recedunt deinceps & ab illo & a ſe invicem magna cum vi; rurſumque accedere fugiunt: ita ut nonnunquam amplius decies centies millies tantum ſpatii occupare comperiantur, quam quantum cum corporis denſi formam haberent: quæ tam ingens contractio & expanſio, animo ſane concipi vix poteſt, ſi particulæ aeris fingantur elaſticæ & ramoſæ, vel viminum lentorum intra ſe in circulos intortorum inſtar eſſe, vel ulla alia ratione, niſi ita ſi vim repellentem habent, qua a ſe mutuo fugiant. Corporum fluidorum particulæ, quæ quidem non nimis firme inter ſe cohæreant; eaque ſint parvitate, qua facillime agitationes illas ſuſcipiant,

Digitized by Google

in quibus liquorum fluiditas conſiſtit; facillime ſeparantur & in vapores rareſiunt, ſive, ut loquuntur chymici, volatiles ſunt; leni videlicet calore rareſcentes, & levi itidem frigore condenſatæ. At illæ, quæ ſint craſſiores, adeoque difficilius agitentur, vel fortiori inter ſe attractione cohæreant: non niſi fortiori calore ſeparari poſſunt, fortaſſe etiam non niſi accedente fermentatione. Atque hæc quidem ſunt corpora illa, quæ chymici fixa appellant; quæque fermentatione rareſacta, verus fiunt & permanent aer: iis nimirum particulis a ſe invicem maxima cum vi recedentibus, & difficillime in unum coactis; quæ eædem, cum inter ſe contingant, cohærent arctiſſime. Et quoniam particulæ veri & durabilis aeris, craſſiores ſunt & e corporibus denſioribus exoriuntur, quam particulæ vaporum; hinc fieri poſſit ut verus aer ſit ponderoſior vaporibus, & humida atmoſphæra levior quam ſicca, ſiquidem quantitate ſint pares. Porro, eidem vi repellenti tribuendum videtur, quod muſcæ in aqua inambulent, nec tamen pedes ſuos madefaciant, & vitra objectiva longorum teleſcopiorum, alterum alteri impoſitum, inter ſe tamen non facile contingant; & pulveres ſicci ægre fieri queat ut ſe inter ſe contingant & cohæreant, niſi ita ſi vel igne liqueſiant, vel madefiant aqua, quæ utique exhalando poſſit particulas ipſorum in unum cogere; & bina denique marmora perpolita, quæ quoties plane inter ſe contingunt, cohærent, ægre tamen tam arcte comprimi tamque apte conjungi queant, ut cohæreſcant.

Atque hæc quidem omnia ſi ita ſint, jam natura univerſa valde erit ſimplex & conſimilis ſui: perficiens nimirum magnos omnes corporum cœleſtium motus, attractione gravitatis, quæ eſt mutua inter corpora illa omnia; & minores fere omnes particularum ſuarum motus, alia aliqua vi attrahente & repellente, quæ eſt inter particulas illas mutua. *Vis inertiæ* eſt principium paſſivum, quo corpora in motu ſuo vel quiete perſtant, recipiunt motum vi moventi ſemper proportione reſpondentem, & reſiſtunt tantum quantum ſibi reſiſtitur. Ab hoc ſolo principio nullus unquam in rerum univerſitate oriri potuiſſet motus. Alio aliquo principio omnino opus erat ad movenda corpora; & jam, cum moventur, alio itidem principio opus eſt, ad motum ipſorum conſervandum. Nam ex variis binorum motuum compoſitionibus manifeſtum eſt non ſemper eandem eſſe in mundo quantitatem motus. Etenim ſi duo globi, virgula tenui conjuncti, motu uniformi circa commune ſuum gravitatis centrum revolvant, interea dum centrum illud motu uniformi feratur in linea recta, ducta in plano motus ipſorum circularis; utique ſumma motuum binorum illorum globorum, quoties illi erunt in linea recta a communi ſuo gravitatis centro deſcripta, major erit quam ſumma motuum ipſorum tum, cum erunt illi in linea quæ ſit ad lineam illam rectam perpendicularis. Quo quidem exemplo apparet, motum & naſci poſſe & perire. Verum, per tenacitatem corporum fluidorum, partiumque ſuarum attritum, viſque elaſticæ in corporibus ſolidis imbecillitatem; multo magis in eam ſemper partem vergit natura rerum, ut pereat motus, quam ut naſcatur. Et quidem is perpetuo imminuitur. Nam corpora quæ vel tam perfecte dura ſint, vel tam plane mollia, ut vim elaſticam nullam habeant; non utique a ſe invicem repercutientur. Impenetrabilitas illud duntaxat efficiet, ut eorum motus ſiſtatur. Si duo iſtiuſmodi corpora inter ſe æqualia, motibus æqualibus & adverſis recta in ſpatio vacuo concurrant; utique per leges motus uno ipſo in loco, ubi concurrunt, ſiſtentur; motumque ſuum omnem amittent; & quieſcent uſque, niſi vi elaſtica prædita ſint, motumque novum inde accipiant. Si vis elaſticæ tantum habeant, quantum ad id ſatis ſit, ut repercutiantur cum $\frac{1}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ vel $\frac{3}{4}$ vis illius, qua concurrebant; amittent proinde $\frac{3}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ vel $\frac{1}{4}$ motus ſui, comparate. Atque hoc quidem experiundo comprobari poterit, ſi duo pendula æqualia ex æqualibus altitudinibus ita ſint dimiſſa, ut in ſe invicem recta incurrant. Si enim pendula ſint ex plumbo, vel argilla molli; jam motum ſuum omnem, vel fere omnem, amittent: ſin ex materia aliqua elaſtica ſint; jam motus tantum duntaxat retinebunt, quantum a vi illla elaſtica denuo acceperint. Quod ſi quis contendat ea de

mo-

Digitized by Google

motu ſuo nihil amplius amittere poſſe, quam quod in alia corpora transferatur; jam conſequens erit, ea in vacuo nihil omnino de motu ſuo amittere poſſe; ſed, quum concurrant, uſque pergere debere, ſuaſque invicem penetrare dimenſiones. Si tria vaſa rotunda & æqualia impleta ſint, alterum quidem aqua, alterum oleo, tertium autem pice liquefacta; hique omnes liquores conſimili ratione agitati ſint, ut motu vorticoſo cieantur; utique pix, propter tenacitatem ſuam, motum ſuum omnem perbrevi amittet; oleum, quippe minus tenax, motum ſuum diutius conſervabit; aqua autem, cum ſit minime omnium tenax, motum ſuum omnium diutiſſime conſervabit; veruntamen & ipſa ſuum brevi tempore amittet. Ex quo facile intelligi poteſt, ſi plures Vortices ex liquefacta pice inter ſe eſſent contigui; tantaque hi amplitudine, quanta illi quos circa Solem & ſtellas fixas volvi opinantur nonnulli; fore tamen, ut & ipſi & partes ſuæ omnes, propter tenacitatem ſuam & lentorem, motum ſuum cito ſecum invicem communicarent, donec inter ſe omnes plane quieſcerent. Vortices ex oleo, vel aqua, vel alia aliqua materia adhuc magis fluida, poſſent quidem diutius motum ſuum retinere; verum, niſi materia illa plane omnis tenacitatis expers eſſet, interque partes ejus neque attritus eſſet ullus, neque communicatio motus, (quod fingi ſane non poteſt;) omnino futurum eſſet, ut motus perpetuo decreſceret. Quoniam igitur varii illi motus, qui in mundo conſpiciuntur, perpetuo decreſcunt univerſi; neceſſe eſt prorſus, quo ii conſervari & creſcere poſſint, ut ad actuoſa aliqua principia recurramus: qualia utique ſunt gravitatis cauſa, qua planetæ & cometæ motus ſuos in perpetuis orbibus conſervant, corporaque omnia motum magnum ſibi acquirunt cadendo; & fermentationis cauſa, qua cor & ſanguis animalium motu & calore perpetuo conſoventur, partes interiores terræ perpetuo tepeſiunt & nonnullis in locis valde incaleſcunt, corpora permulta ardent & lucent, montes ignem concipiunt, cavernæ telluris ictibus ſubitis disjiciuntur, & Sol ipſe perpetuum vehementer candet & lucet & luce ſua omnia calefacit ac fovet. Nam paullum admodum motus in mundo invenimus, preterquam quod ex his principiis actuoſis manifeſto oritur. Atque abſque his quidem principiis, corpora telluris, planetarum, cometarum, Solis, quæque in eis inſunt omnia, frigeſcerent & congelarentur, maſſæque in totum inertes evaderent; omniſque putrefactio, generatio, vegetatio & vita penitus ceſſarent; neque in orbibus ſuis permanerent planetæ & cometæ.

Quibus quidem rebus omnibus bene perſpectis & conſideratis, illud mihi videtur denique ſimillimum veri; utique Deum optimum maximum, in principio rerum, materiam ita formaſſe, ut primigeniæ ejus particulæ, e quibus deinceps oritura eſſet corporea omnis natura, ſolidæ eſſent, firmæ, duræ, impenetrabiles, & mobiles; iis magnitudinibus & figuris, iiſque inſuper proprietatibus; eoque numero & quantitate pro ratione ſpatii in quo futurum erat ut moverentur; quo poſſent ad eos fines, ad quos formatæ fuerant, optime deduci. Quæ porro particulæ primigeniæ, quippe plane ſolidæ, longeque duriores ſint, quam ulla corpora ex iiſdem deinceps cum occultis interjectis meatibus compoſita; imo tam perfecte duræ, ut nec deteri poſſint unquam, nec comminui; ne adeo ulla in conſueto naturæ curſu vis ſit, quæ id in plures partes dividere queat, quod Deus ipſe in prima rerum fabricatione unum fecerit. Tamdiu dum particulæ illæ integræ permanent, poterunt ſane per omnia ſecula ex iis compoſita eſſe corpora ejuſdem ſemper naturæ & texturæ: verum ſi illæ deteri aut comminui poſſent; jam futurum ſane eſſet, ut rerum natura, quæ ex iis pendet, immutaretur. Aqua & terra, ex particulis imminutis & detritis, particularumque fragminibus compoſitæ, non utique eandem hodie naturam texturamque haberent, ac aqua & terra in principio ex particulis integris compoſitæ. Quare, ut rerum natura poſſit durare, exiſtimandum eſt corporum omnium mutationes, in variis ſolummodo ſeparationibus, noviſque conjunctionibus & motibus durabilium illarum particularum conſiſtere. Nam corpora compoſita dirumpuntur, non particularum ipſarum ſolidarum fractura, ſed ſeparatione earum, qua parte eæ commiſſuris inter ſe junctæ

X 2 erant,

erant, & paucis tantum in punctis ſe inter ſe contingebant.

Porro, videntur mihi hæ particulæ primigeniæ, non modo in ſe vim inertiæ habere, motuſque leges paſſivas illas, quæ ex vi iſta neceſſario oriuntur; verum etiam motum perpetuo accipere a certis principiis actuoſis; qualia nimirum ſunt gravitas, & cauſa fermentationis & cohærentiæ corporum. Atque hæc quidem principia conſidero, non ut occultas qualitates, quæ ex ſpecificis rerum formis oriri fingantur; ſed ut univerſales naturæ leges, quibus res ipſæ ſunt formatæ. Quippe principia quidem talia revera exiſtere, oſtendunt phænomena naturæ; licet ipſorum cauſæ, quæ ſint, nondum fuerit explicatum. Utique qualitates ipſæ ſunt manifeſtæ, earumque cauſæ ſolummodo occultæ. Qualitatum occultarum nomen indiderunt Ariſtotelici, non qualitatibus manifeſtis, ſed iſtiuſmodi tantum qualitatibus, quas in corporibus latere, quaſque eſſe ipſas manifeſtorum effectuum cauſas incognitas exiſtimabant. Cujus generis forent ſcilicet gravitatis, attractionumque magneticarum & electricarum, fermentationumque cauſæ; ſiquidem vires vel actiones haſce ex qualitatibus oriri fingeremus nobis incognitis, quæque natura ſua inexcogitabiles & exploratu impoſſibiles eſſent. Philoſophiæ naturalis progreſſum impediunt iſtiuſmodi qualitates, ideoque nuperis temporibus rejectæ fuerunt. Affirmare ſingulas rerum ſpecies, ſpecificis præditas eſſe qualitatibus occultis, per quas eæ vim certam in agendo habeant, certoſque effectus manifeſtos producant; hoc utique eſt nihil dicere. At ex phænomenis naturæ, duo vel tria derivare generalia motus principia; & deinde explicare quemadmodum proprietates & actiones rerum corporearum omnium ex principiis iſtis manifeſtis conſequantur; id vero magnus eſſet factus in philoſophia progreſſus, etiamſi principiorum iſtorum cauſæ nondum eſſent cognitæ. Quare motus principia ſupra dicta proponere non dubito, cum per naturam univerſam illa latiſſime pateant; eorumque cauſas exquirendas relinquo.

Jam quidem, ope principiorum iſtorum, res corporeæ univerſæ videntur compoſitæ fuiſſe ex duris ſolidiſque particulis ſupra dictis, varie inter ſe in prima rerum fabricatione ſociatis & conjunctis, nutu & conſilio Agentis intelligentis. Decuit enim eum, qui res omnes creavit, eaſdem diſponere quoque & in ordinem collocare. Quæ ſi vera rerum origo fuit; jam indignum erit philoſopho, alias mundi condendi rationes exquirere, vel comminiſci quemadmodum e Chao per meras leges naturæ mundus univerſus oriri potuerit; quamvis, formatus cum ſit, poſſit is jam per iſtas leges in multa quidem ſecula perdurare. Nam dum cometæ moventur in orbibus valde eccentricis, undique & quoquoverſum in omnes cœli partes; utique nullo modo fieri potuit, ut cæco fato tribuendum ſit, quod planetæ in orbibus concentricis motu conſimili ferantur eodem omnes; exceptis nimirum irregularitatibus quibuſdam vix notatu dignis, quæ ex mutuis cometarum & planetarum in ſe invicem actionibus oriri potuerint, quæque veriſimile eſt fore ut longinquitate temporis majores uſque evadant, donec hæc naturæ compages manum emendatricem tandem ſit deſideratura. Tam miram uniformitatem in planetarum ſyſtemate, neceſſario fatendum eſt intelligentia & conſilio fuiſſe effectam. Idemque dici poſſit de uniformitate illa, quæ eſt in corporibus animalium. Habent videlicet animalia pleraque omnia, bina latera, dextrum & ſiniſtrum, forma conſimili; & in lateribus illis, a poſteriore quidem corporis ſui parte, pedes binos; ab anteriori autem parte, binos armos, vel pedes, vel alas, humeris affixas; interque humeros collum, in ſpinam excurrens, cui affixum eſt caput; in eoque capite binas aures, binos oculos, naſum, os & linguam; ſimiliter poſita omnia in omnibus fere animalibus. Deinde partes illæ corporis, tam exquiſita arte atque conſilio fabricatæ, oculi, aures, cerebrum, muſculi, glandes, cor, pulmones, diaphragma, larinx, manus, alæ, veſicæ ad natandum, membranæ pellucidæ animalium quorundam oculis inſtar conſpicillorum obductæ, aliaque ſenſus & motus organa, inſtinctuſque in animalibus brutis & inſectis; horum ſane omnium conformatio prima, nulli rei tribui poteſt, niſi intelligentiæ & ſapientiæ Entis potentis ſemperque viventis; qui ſit ubique ſcilicet præſens, poſſitque voluntate ſua corpora omnia in infinito ſuo uniformi ſen-

ſo-

ſorio movere, adeoque cunctas mundi univerſi partes ad arbitrium ſuum fingere & refingere, multo magis quam anima noſtra voluntate ſua ad corporis noſtri membra movenda valet. Nec tamen mundum ſpectare debemus, tanquam corpus Dei; neque partes ejus, tanquam partes Dei. Deus eſt ens uniforme, organorum, membrorum, partiumque expers: illa autem omnia ſunt creaturæ ejus, ei ſubjectæ, & voluntati ejus ſubditæ: iſque nihilo magis eſt eorum anima, quam anima hominis eſt anima ſpecierum illarum, quæ per organa ſenſuum deferuntur in ſentiendi locum, ubi anima eas percipit immediata ſua præſentia, ſine ullius rei tertiæ interventu. Organa ſenſuum eum in finem data ſunt, non quo eorum ope anima ſpecies rerum in ſenſorio ſuo percipiat, ſed quo ſpecies iſtum in locum deferantur: Deus autem iſtiuſmodi organis non eget, cum ſit ipſe rebus ipſis ubique præſens. Porro, quoniam ſpatium diviſibile eſt in infinitum; materia autem, non eſt neceſſario in omnibus partibus ſpatii; illud inſuper concedendum erit, utique poſſe Deum creare materiæ particulas variis magnitudinibus & figuris, vario quoque numero & quantitate pro ratione ſpatii in quo inſunt, forte etiam & diverſis denſitatibus diverſiſque viribus; eoque pacto variare leges naturæ, mundoſque condere diverſa ſpecie, in diverſis ſpatii univerſi partibus. Certe in his omnibus nihil eſt, quod vel ſecum ipſum, vel cum ratione pugnet.

Quemadmodum in mathematica, ita etiam in phyſica, inveſtigatio rerum difficillum ea methodo, quæ vocatur analytica, ſemper antecedere debet eam quæ appellatur ſynthetica. Methodus analytica eſt, experimenta capere, phænomena obſervare, indeque concluſiones generales inductione inferre, nec ex adverſo ullas objectiones admittere, niſi quæ vel ab experimentis vel ab aliis certis veritatibus deſumantur. Hypotheſes enim in Philoſophia, quæ circa experimenta verſatur, pro nihilo ſunt habendæ. Et quanquam ex obſervationibus & experimentis colligere inductione, non ſit utique generalia demonſtrare; at hæc tamen ratiocinandi methodus optima eſt, quam ferat natura rerum, tantoque firmior exiſtimari debet illatio, quanto inductio magis ſit generalis. Quod ſi ex phænomenis nihil, quod contra opponi poſſit, exoriatur; concluſio inferri poterit univerſaliś. Et ſi quando in experiundo poſtea reperiatur aliquid, quod a parte contraria faciat; tum demum non ſine iſtis exceptionibus affirmetur concluſio oportebit. Hac analyſi licebit, ex rebus compoſitis ratiocinatione colligere ſimplices; ex motibus, vires moventes; & in univerſum, ex effectis cauſas; ex cauſiſque particularibus, generales; donec ad generaliſſimas tandem ſit deventum. Atque hæc quidem eſt methodus analytica. Synthetica eſt, cauſas inveſtigatas & comprobatas aſſumere pro principiis, eorumque ope explicare phænomena ex iiſdem orta, iſtaſque explicationes comprobare.

In duobus prioribus libris hujus Optices methodo analytica uſus ſum ad inveſtigandum & comprobandum congenitas radiorum luminis differentias, quoad refrangibilitatem, reflexibilitatem & colorem; eorumque alternas facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus vices; corporumque proprietates, tum opacorum tum pellucidorum, e quibus radiorum reflexiones coloreſque corporum pendent. Atque hæc quidem inventa, quum ſint comprobata, poterunt in methodo ſynthetica, ut principia aſſumi, ad explicanda phænomena ex iiſdem fluentia: cujus porro methodi exemplum dedi, ſub finem libri primi. In tertio hoc libro, inchoavi ſolummodo Analyſin earum rerum, quæ adhuc inveſtigandæ reſtant, circa lumen circaque effectus quos id obtinet in corporibus naturalibus: multa attingens leviter, & quæ ſubmonui, aliis examinanda relinquens, & promovenda uſque experimentis atque obſervationibus curioſorum.

Quod ſi Philoſophia naturalis, hanc methodum perſequendo, tandem aliquando ab omni parte abſoluta erit facta atque perfecta ſcientia; utique futurum erit, ut & Philoſophiæ moralis fines itidem proferantur. Nam quatenus ex Philoſophia naturali intelligere poſſimus, quænam ſit prima rerum Cauſa, & quam poteſtatem & jus ille in nos habeat, & quæ beneficia Ei accepta ſint referenda; eatenus officium noſtrum erga Eum, æque ac erga noſmetipſos invicem, quid ſit, per lumen naturæ in-

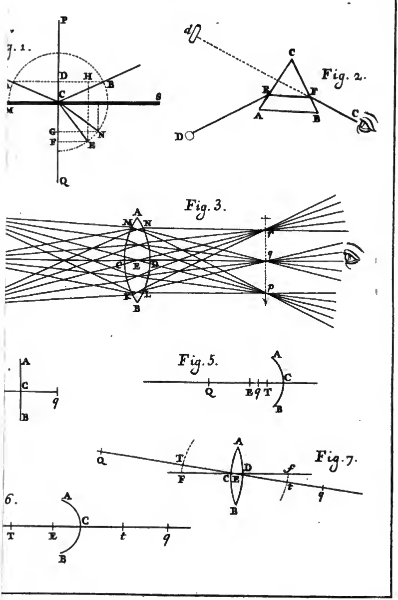
innoteſcet. Omnino ſi deorum falſorum cultus non occæcaſſet animum gentibus; longius ſe inter eos extendiſſet Philoſophia moralis, quam ad cardinales illas quatuor, quas vocant, virtutes. Et qui animarum tranſmigrationem, Soliſque & Lunæ, Heroumque mortuorum cultum docebant; id ſane multo potius docuiſſent, qua ratione optime colendus eſſet verus noſter & beneficentiſſimus Author. Quod quidem fecerunt majores ipſorum, antequam animum moreſque ſuos corruperant. Lex enim moralis ab origine gentibus univerſis, erant ſeptem illa *Noachidarum* præcepta: Quorum præceptorum primum erat, *UNUM eſſe agnoſcendum Summum Dominum Deum, ejuſque cultum non eſſe in alios transferendum*. Etenim ſine hoc principio, nihil eſſet virtus aliud, niſi merum nomen.

F I N I S.

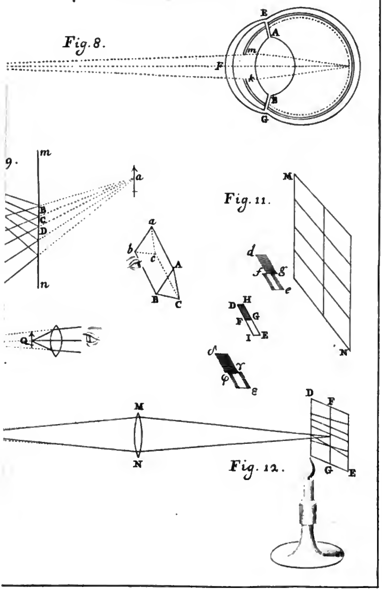
OPTI-

Digitized by Google

Lib. I. Par. I. Tab. I.



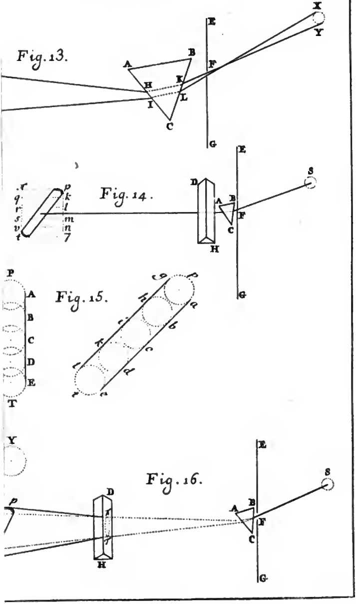
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

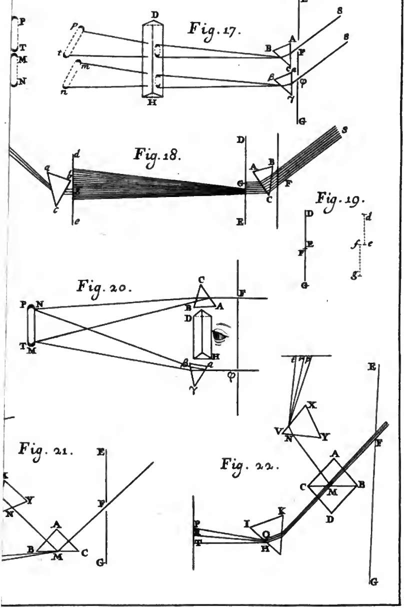
Lib. I. Par. I. Tab. III.



Digitized by Google

Digitized by Google

Lib. I. Par. I. Tab. IV.



Digitized by Google

Lib. I. Par. I. Tab. V.

Fig. 23.

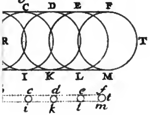


Fig. 26.

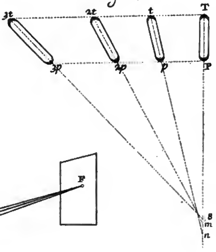


Fig. 24.

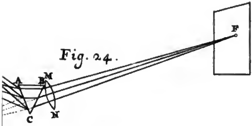




Fig. 28.

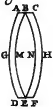
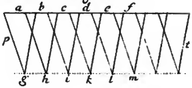


Fig. 25.



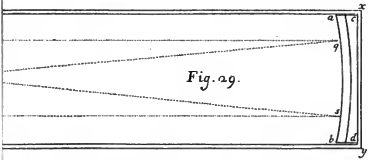


Fig. 29.

Digitized by Google

Lib. I. Par. II. Tab. I.

Fig. 1.

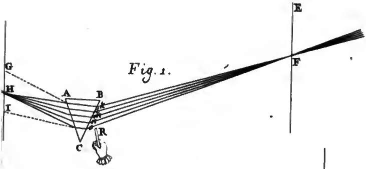


Fig. 2.

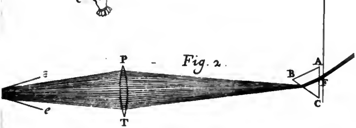


Fig. 3.

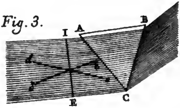


Fig. 4.

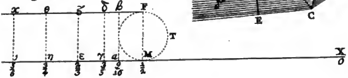
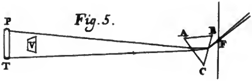


Fig. 5.



Digitized by Google



Digitized by Google

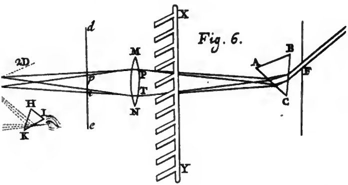


Fig. 6.

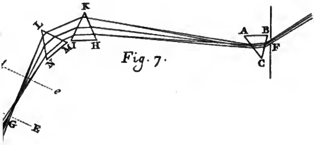


Fig. 7.

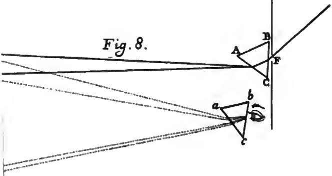
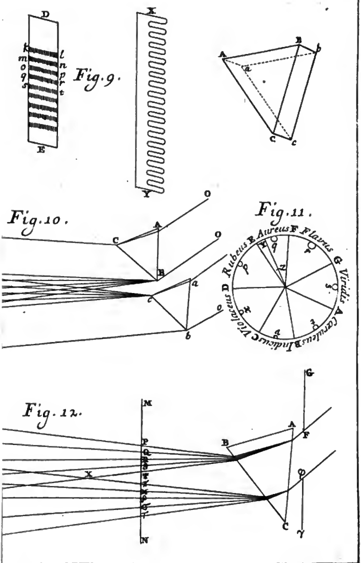


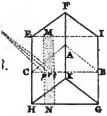
Fig. 8.

Digitized by Google

Digitized by Google


Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Rubeus
Aureus
Flavus
Viridis
Cæruleus
Indicus
Violaceus
Fig. 12.

Digitized by Google



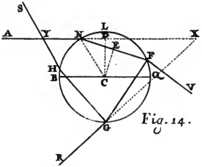


Fig. 14.

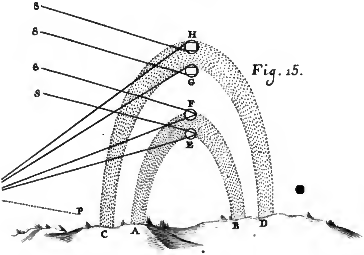


Fig. 15.

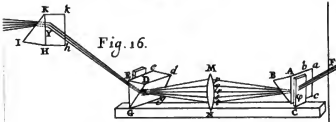


Fig. 16.

Digitized by Google

Digitized by Google

Lib. II. Tab. I.

Fig. 2.

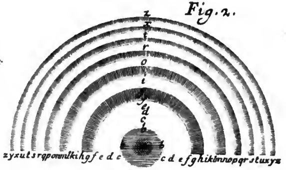


Fig. 3.

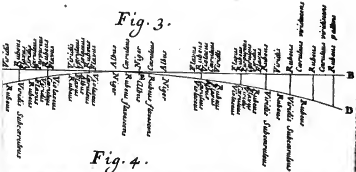
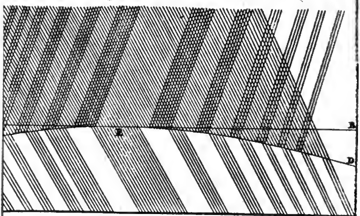


Fig. 4.

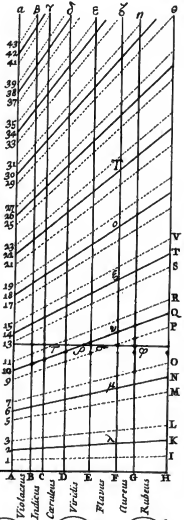


Digitized by Google

5.



Fig. 6.



8.

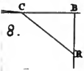


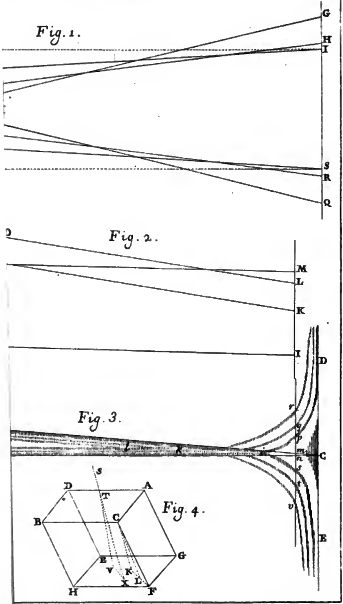
Fig. 7.



Digitized by Google

Digitized by Google

Lib. III. Tab. I.



Digitized by Google

ISAACI NEWTONI

EQUITIS AURATI

IN

ACADEMIA CANTABRIGIENSI

Matheſeos olim Profeſſoris Lucaſiani

LECTIONES OPTICÆ,

Annis MDCLXIX. MDCLXX. & MDCLXXI.

In Scholis publicis habitæ, & ex MSS. editæ;

LONDINI: An. 1729.

Pars II.

Digitized by Google

Digitized by Google

PRÆFATIO
EDITIONIS LONDINENSIS.

HUnc tractatum lectoribus commendare ſupervacaneum eſt: cur enim opus laudaremus, quod magnum Nevvtonum habet auctorem? Prælectiones publicas hic exhibemus primas quas Nevvtonus Cantabrigiæ habuit, quando Barrovius anno 1669. ei conceſſit munus profeſſorium in cathedra Lucaſiana. Continent inventa de luce & coloribus, quæ auctor detexit anno 1666., quorum ſpecimen anno 1671. coram regia ſocietate exhibitum fuit, eodemque anno in Tranſactionibus, ut vocant, Philoſophicis in lucem editum; & ſub idem tempus hunc librum edidiſſet ipſe Auctor, niſi ineptæ quorumdam imperitorum cavillationes eum deterruiſſent. Imo adeo abhorrebat Nevvtonus ab hujuſmodi altercationibus, ut de hoc argumento per multos annos prorſus ſileret, vix tandem anno 1704. amicorum precibus victus, ut abſolutiſſimum illud de Opticis opus in publicum proferret, quo fortaſſe vel diutius privati eſſemus, niſi hæc Nevvtoni inventa inſigni Geometræ Hugenio adeo placuiſſe jam compertum eſſet, ut magnam partem libri ejus de Dioptricis in hujus principia extruxiſſet, qui Hugenii liber inter Opera ejus Poſthuma anno præcedente in lucem prodiit: hinc ſperandum eſſet imperitis iſtis nugatoribus ſilentium imponi.

Liber de Opticis anno 1704. editus ab hoc tractatu haud parum differt. Multa quidem in utroque inveniuntur eodem ſenſu, ſed ratione diverſa tradita; in illo autem non pauca e præſtantiſſimis inventis comparent, quæ hic non leguntur. Magna enim pars iſtius Operis iis explicandis occupatur, quæ lumini contingunt, dum per tenues lamellas perlucidas tranſit; hujuſmodi vero experimenta breviter tantum in fine harum Prælectionum memorantur. Porro ex iis, quæ de hoc argumento in Tranſactionibus Philoſophicis edita fuere, apparet auctorem noſtrum in animo habuiſſe in hæc phænomena ulterius inquirere; ſed inventa ſua de his rebus vix perfeciſſe videtur intra duodecimum vel quindecimum annum, poſtquam hæc, quæ nunc edimus, lecta fuerunt. Quamquam autem his inventis liber noſter caret; multa tamen præclara hic occurrunt, quæ in altero non habentur. Ibi enim Auctor caviſſe, quantum potuit, videtur, ne demonſtrationes geometricas cum argumentis philoſophicis immiſceret, & ubi neceſſe fuit propoſitionem Mathematicam proponere, ejus demonſtratio vix unquam occurrit. Contra autem hic omnia geometrica in hoc argumento neceſſaria fuſe demonſtrat; quæ forſitan in altero libro ideo omiſerit, quoniam haud dubitavit, quin hæ Prælectiones aliquando lucem eſſent viſuræ; cum non modo publice Cantabrigiæ lectæ in archivis fuerant repoſitæ, ſed etiam alia exemplaria in amicorum manibus adſervabantur. Quod ſpectat ad prima Optices elementa, Auctor noſter hic ubique Barrovii Prælectiones Opticas ſequitur, & quæ ille de omni luce ſcripſerat, Nevvtonus perſequitur ulterius, & applicat ad diverſam radiorum refrangibilitatum, rem Barrovio ignotam, ſed ab eo omnino probatam, quando ei ab Auctore noſtro explicata fuit, quod una ex e-

Digitized by Google

piſtolis D. Collinſii in Commercio Epiſtolico edita teſtatur, ubi Barrovius de his Prælectionibus loquens opus vocat, quo majus præſens ætas vix protulit. Hic etiam multæ propoſitiones demonſtrantur, quæ auctor cum Barrovio communicavit & in Prælectionibus ejus, demonſtrationibus prætermiſſis, editæ fuere. Hic nimirum demonſtratur modus illius focum ſuperficierum ſfæricarum inveniendi, & in omnibus aliis curvis locum habere oſtenditur ope radii, qui dicitur, Curvaturæ; item Cauſticæ (quas vocant) a refractione ortæ hic determinantur; has utique Cauſticas in ſuperficiebus ſfæricis & ipſe Barrovius determinavit. Hiſce vero prælectionibus Nevvtonus in curvis omnibus radii curvaturæ earum ope has cauſticas exhibet. Hos quidem curvaturæ radios jampridem conſideraverat, & modum eos inveniendi in libro de Fluxionibus, anno 1665. ſcripto, docuerat; idemque argumeutum ulterius proſecutus eſt in alio libro anno 1671. ſcripto. Hoc apparet ex epiſtola ipſius ad Collinſium Dec. 10. 1672. inter cæteras in Commercio Epiſtolico edita, & parte quadam illius in editione ultima Principiorum Philoſophiæ; nec non ex tractatibus ipſis, qui adbuc inediti reſtant, quorum cum varia exempla diſpergantur, nonnulli in lucem eos proferre polliciti ſunt.

Harum Prælectionum exemplum Nevvtonus olim Gregorio Aſtronomiæ Profeſſori Saviliano, a quo deſumptum eſt illud, unde hæc editio impreſſa eſt, quod ſumma fide & cura deſcriptum fuiſſe cum eo Gregorii conferentes invenimus. Exemplum autem Gregorii cum ab ipſo Nevvtono fuiſſet acceptum, non dubitavimus, quin perfectum eſſet; ſed poſtquam editio noſtra typis fuerat impreſſa, audivimus exemplum illud Cantabrigiæ in Academiæ archivis aſſervatum, magis eſſe abſolutum; cujus exemplum nacti, ex collatione rem ita eſſe invenimus. Differentias igitur una cum erratis typographicis ad libri calcem adnotavimus, ex hiſce autem differentiis aliæ tam leves eſſe videbantur, ut negligi fere potuiſſent; aliæ vero haud parvi momenti; aliæ videntur incuriæ ſcribentis deberi, cui Nevvtonus deſcriptionem exempli Gregoriani mandavit; aliæ denique emendationibus ab ipſo Nevvtono factis in eo codice, quem in Archivis Academiæ repoſuerat.

In locis quibuſdam ad finem paginæ brevem notam ſubjecimus; quod cum ſæpius forſan feciſſe non incommodum fuiſſet, unam atque alteram hic apponemus. *

* In hac Editione omnia locis ſuis repoſita reperientur.

O P T I C Æ

PARS PRIMA:

De Radiorum Lucis Refractionibus.

SECTIO PRIMA.

I.

Radiorum diverſam eſſe refrangibilitatem.

INventio Teleſcopiorum nupera pleroſque Geometras ita exercuit, ut nihil in Optica non tritum, nullum inventioni præterea locum aliis reliquiſſe videantur. Et inſuper, cum Diſſertationes, quas hic, non ita pridem, audiviſtis, tanta rerum opticarum varietate, novarum copia, & accuratiſſimis earundem demonſtrationibus fuerint compoſitæ; fruſtranei forte videantur conatus, & labor inutilis, ſi ego Scientiam hanc iterum tractandam ſuſcepero. Verum, cum Geometras in quadam Lucis proprietate, quæ ad Refractiones ſpectat, hucuſque hallucinantes videam, demonſtrationes ſuas in hypotheſi quadam phyſica haud bene ſtabilita tacite fundantes; non ingratum me facturum judico, ſi principia Scientiæ hujus examini ſeveriori ſubjiciam, &, quæ ego de iis ſimul excogitavi, & experientia multiplici habeo comperta, ſubnectam iis, quæ Reverendus meus Anteceſſor hic loci poſtrema dixit.

Imaginantur Dioptrices ſtudioſi, quod Perſpicilla ad quemlibet perfectionis gradum perduci poſſent, modo vitris, dum perpoliuntur, geometricam, quam vellent, figuram communicare concederetur; & in eum finem inſtrumenta varia fuere excogitata, quibus vitra in figuras hyperbolicas, vel etiam parabolicas, contererentur. Sed exacta iſtarum figurarum fabricatio nemini hucuſque ſucceſſit: ſcilicet aratur litus; &, ne labores ſuos in negotio deſperato diutius inſumant, iis polliceri audeo, quod, licet omnia fierent feliciter, nihil minus tamen, quam votis ſuis reſponderent. Etenim vitra, licet efformentur ſecundum figuras in iſtum finem optimas, quæ poſſunt excogitari; tamen non duplo plus præſtabunt, quam ſphæricæ æquali politura perfectæ. Hæc autem non ideo loquor, quaſi peccatum eſſe a Scriptoribus

Optices contenderem ; illi enim omnia, pro intentione demonſtrationum ſuarum, accurate quidem & veriſſime dixerunt ; ſed aliquid tamen, idque maximi momenti, reliquerunt Poſteris inveniendum ; ſcilicet in Refractionibus irregularitatem quandam reperio, quæ omnia perturbat, & non ſolum efficit, ut figuræ conicarum Sectionum ſphæricas non multum ſuperent, ſed etiam, ut ſphæricæ multo minus præſtent, quam præſtarent, ſi dicta Refractio eſſet uniformis.

Itaque in Dioptrica pedem figo ; non, ut eam pertractarem de integro, ſed tantum, ut hanc de natura Lucis proprietatem rimarer primo ; deinde, ut oſtenderem, quantum ex hac proprietate perfectio Dioptrices impeditur ; & quo pacto incommodum iſtud, quatenus natura rei ſinit, devitetur. Ubi & nonnulla proferam, quæ ad Teleſcopiorum juxta & Microſcopiorum, tum theoriam, tum praxin ſpectant ; oſtendens, quod Optices ſumma perfectio, præter opinionem receptam, ex Dioptrica & Catoptrica mixtis * petenda eſt. Ac interea diſcrimen Colorum, & eorum geneſim a Priſmatibus, & corporibus etiam coloratis, fuſe explicabo.

II.

Quod omnium Radiorum non ſit eadem Refrangibilitas.

De Luce itaque compertum habeo, quod Radii ejus, quoad quantitatem Refractionis, ab invicem differant. Ex iis, qui omnes habent eundem angulum Incidentiæ, alii angulum Refractionis aliquanto majorem, alii minorem habebunt. Plenioris illuſtrationis gratia, ſit E F G (*Fig.* 1. *Tab. I.*) ſuperficies quælibet refringens, puta, vitrea, & ducatur quævis O F huic occurrens in F, & cum ea efficiens angulum O F E acutum. Concipe etiam Radios ſolares per iſtam lineam O F ſibi continuo ſucceſſivos fluere, ita ut alii poſt alios in punctum F impingant, ibidemque in medium denſius refringantur ; vel, ſi mavis, finge paralleos Radios indefinite parum diſtare ab O F, & incidere in puncta ipſi F viciniſſima. Jam, ex opinione recepta, hi Radii, eandem habentes Incidentiam, eandem quoque Refractionem omnes habere debent, puta, in lineam F R. At contrarium compertum habeo ; ſcilicet, quod, poſtquam refringuntur, divergant ab invicem, quaſi quidam refringerentur in lineam F P, alii in lineam F Q, & alii in lineas F R, F S, & F T, ac alii etiam innumeri per ſpatia intermedia, ut & ultra citraque nonnulli pervagantes, prout Radius quilibet ad Refractionem majorem, minoremve patiendum ſit aptus. Invenio præterea, quod Radii F P, maxime refracti, Colores purpureos producant, & illi F T, minime refracti, rubros ; qui autem, hiſce intermedii, F Q, F R, F S, pergunt, Colores intermedios, nempe, cæruleos, virides, & flavos generant : & ſic Radii, prout apti ſunt, ut alii aliis magis atque magis refringantur, hos ordine Colores, rubrum, flavum, viridem, cæruleum, & purpureum generant, una cum omnibus intermediis, quos in Iride liceat conſpicere ; unde productio Colorum Priſmatis & Iridis facile patebit. Sed, his jam perfunctorie notatis, quæ de Coloribus dicenda ſunt, in poſterum differam.

III.

Probatur, experimento vulgari, per longitudinem imaginis ſolaris refractæ.

Sententia noſtra de hac re ſic breviter explicata, ne putetis fabulas pro veris enarratas eſſe, rationes & experimenta, quibus iſthæc innituntur, continuo proferam. Et, quoniam experimentum quoddam Priſmatis valde obvium mihi primo dedit occaſionem excogitandi reliqua, iſtud primum explicabo. Sit F (*Fig.* 2. *Tab. I.*) foramen aliquod in pariete, vel feneſtra cubiculi, per quod Radii ſolares O F trajician-

* Ut in Teleſcopio Cata-dioptrico. Vid. *Tranſact. Philoſ.* No. 81. & *Newtoni Opticæ* Lib. 1. Part. 1. Prop. VII. & VIII.

ciantur, reliquis ubique foraminibus diligenter obturatis, ne Lux alibi ingrediatur. Iſta autem obſcuratio cubiculi non eſt prorſus neceſſaria, ſed efficit tantum, ut experimentum evadat aliquanto evidentius. Deinde Priſma triangulare vitreum A *a* B *b* C *c* ad foramen iſtud applicetur, quod Radios O F per ſe trajectos refringat verſus P Y T Z, quos Radios, oppoſito pariete, vel papyro aliqua, ad diſtantiam a Priſmate ſatis magnam objecta, terminatos, videbis in figuram P Y T Z valde oblongam efformari, cujus nempe longitudo P T ſit quadruplex latitudinis Y Z & amplius. Et hinc evinci certo videtur, quod Radiorum æqualiter incidentium alii majorem aliis Refractionem patiuntur. Nam, ſi contrarium eſſet verum, prædicta Solis imago appareret fere orbicularis, &, in quadam poſitione Priſmatis, ad ſenſum orbicularis conſpiceretur; id, quod contra omnem experientiam eſt. Quocunque enim ſitu Priſma diſpoſui, nunquam tamen potui efficere, quin longitudo imaginis eſſet latitudinis pluſquam quadrupla; angulo ſcilicet Priſmatis A C B, vel *acb* exiſtente graduum, plus minus, ſexaginta.

IV.

Caſus, in quo Radii æque refrangibiles faciunt imaginem orbicularem.

Quod autem datur quædam Priſmatis poſitio, in qua imago Solis, ex opinione de Refractionibus recepta, appareret orbicularis, ſic oſtendo. Juxta foramen, in feneſtra cubiculi factum, Priſma collocetur foras; vel, quod eodem recidit, ſit E G (*Fig.* 3. *Tab. I.*) corpus aliquod opacum citra Priſma locatum, in quo ſit F foramen indefinite parvum & orbiculare, per quod Radii refracti in parietem directe oppoſitum, ad imaginem P Y T Z ibi depingendam, trajiciantur; & ponatur A B C eſſe planum ſecans A *a c* C, B *b c* C, plana refringentia, perpendiculariter, atque etiam tranſiens per foramen F, ut & per centrum Solis D I H V, quem biſſecet ſecundum diametrum ejus D H, a cujus extremitatibus Radii D K & H N, in eodem plano jacentes, adveniant, qui, poſtquam refringuntur, (D K in K *n*, & *n* T, atque H N in N *k*, & *k* P) utrinque pergant per centrum foraminis F; & præterea ſit talis inclinatio Priſmatis ad iſtos Radios, ut anguli A K D & B *k* F fiant æquales. Deinde ſit I V alia Solis diameter prædicto plano A B C perpendicularis, a cujus extremitatibus alii duo Radii V L, & I M adveniant; alter I M cis planum A B C, qui refringatur in M *l*, & *l* Y; alter vero V L ultra planum iſtud, qui refringatur in L *m*, & *m* Z, & prædicti quatuor Radii ſeſe omnes decuſſent in medio foraminis F. Denique ponatur, quod imago lucida P Y T Z foramen directe reſpiciat, ita ſcilicet ut F P, & F T, item F Y, & F Z æquales fiant. Dico jam, quod, in iſta poſitione Priſmatis, anguli P F T, ac Y F Z æquales eſſent, ſuppoſito Radios omnes æque refringi, qui eundem habent angulum Incidentiæ, & proinde, quod imago iſta, ſenſui ſaltem, deberet eſſe orbicularis; utpote cujus diametri P T & Y Z ſeſe decuſſant perpendiculariter, & æquales iſtos angulos ſubtendunt.

V.

Demonſtratio caſus iſtius. PARS I.

Angulos autem iſtos P F T, & Y F Z æquales eſſe ſic demonſtro. Concipe Radium aliquem a P per *k*, & N retrocedere, dum alius Radius pergit a D, per K & *n*; itaque, cum anguli A K D, & B *k* F ſupponantur æquales, erunt etiam anguli, per primas Refractiones facti, A K *n*, & B *k* N, æquales; unde triangula C K *n*, & C *k* N erunt ſimilia, & eorum anguli externi *k* N A, K *n* B æquales; & proinde anguli, per ſecundas Refractiones facti, A N H, & B *n* F, ſunt æquales. Quare, cum anguli A K D, & B *k* F; item A N H, & B *n* F ſint æquales,

eorum differentiæ erunt etiam æquales; hoc eſt, angulus *n* F *k*, ſive PFT, æqualis angulo, quem Radii DK, & HN comprehendunt, ſive diametro ſolari. Quare, cum demonſtratum fuerit, quod angulus YFZ æquatur eidem diametro, liquebit propoſitum. Iſtud autem ut fiat, Theorema quoddam, more Lemmatis, præſternendum eſt.

VI.

LEMMA *ad ſecundam partem*.

Sint duo plana (*Fig.* 4. *Tab. II.*) A B C D, & E F G H ſibimet perpendicularia, quorum communis interſectio ſit K L; & ſit I P Radius quilibet, qui, in planum A B C D incidens ad punctum P, ab eo refringitur in P R; Dico, quod ſinus anguli, quem Radius incidens I P efficit cum plano perpendiculari F H, ſit ad ſinum anguli, quem Radius refractus P R efficit cum eodem plano, ſicut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, & proinde in ratione data. Sumptis enim Radiis I P, & P R æqualibus, & demiſſis I Q, & R V ad planum F H perpendicularibus; & præterea ad punctum Incidentiæ erecta S P T perpendiculari ad planum refringens B D, (quæ ideo cum altero plano F H coincidet;) & ad iſtam demiſſis I S & R T iterum perpendicularibus; erit I P Q angulus, quem Radius incidens I P efficit cum plano perpendiculari F H; & R P V angulus, quem Radius refractus P R efficit cum eodem plano. Item I P S angulus Incidentiæ, & R P T angulus Refractionis. Quare, ſi I P, vel P R ſupponatur radius circuli, erunt I Q, R V; & I S, R T dictorum angulorum ſinus. Sed I Q & R V ſunt paralleli, (6. 11. Elem.,) propterea quod eidem plano F H ſunt perpendiculares. Item I S & R T ſunt paralleli, (28. 1. Elem.,) quia, jacentes in eodem plano I S P T R, eidem rectæ S T perpendiculariter inſiſtunt. Hoc eſt, rectæ I Q, I S, quæ angulum Q I S comprehendunt, ſunt parallelæ rectis R V, R T, comprehendentibus angulum V R T. Quare iſti anguli Q I S & V R T ſunt æquales, (10. 11. Elem.:) Ductis autem Q S & V T, fient anguli I Q S & R V T recti; (Def. 3. 11., Elem.,) quia rectæ I Q & R V plano F H perpendiculariter inſiſtunt. Ergo triangula I Q S & R V T ſunt ſimilia, (4. 6. Elem.,) & I Q. R V : : I S. R T; hoc eſt, ſinus angulorum, quos Radius incidens, & refractus efficiunt cum plano aliquo F H ad refringens planum B D perpendiculari, ſunt ut ſinus Incidentiæ, & Refractionis, & proinde in ratione data. Quippe ſinuum iſtorum rationem eſſe datam *Carteſius* edocuit, & alii deinde fuerunt experti.

Quinetiam Theorematis jam demonſtrati veritas manebit ſalva, licet planum F H plano refringenti B D alibi perpendiculariter inſiſtat, quam ad punctum refringens P. Exinde enim neque anguli cum Radiis & plano F H effecti, neque ideo ſinus iſtorum angulorum immutabuntur.

VII.

PARS SECUNDA.

Hiſce ita præmonſtratis, ad propoſitum jam revertar; demonſtraturus ſcilicet angulum Y F Z (in *Fig.* 3. *Tab. I.*) diametro Solis, ac proinde angulo P F T, æquari. Ex ſupra poſitis liquet, quod planum K D H N *k* F *n* biſſecat angulum Radiis I M & V L utrinque jacentibus contentum. Itaque, cum iſte angulus æquetur diametro ſolari, angulus, quem Radiorum alter, puta I M, cum dicto plano facit, æquabitur ſemidiametro ſolari, cujus eſto ſinus A; & B ſinus anguli, quem Radius iſte refractus M *l* facit cum eodem plano. Jam, cum planum iſtud ſupponatur pendiculare ad Priſmatis refringens planum A C, erit, ex præcedenti Lemmate, ſinus A ad ſinum B ſicut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis e medio rariori in me-

medium denſius. Vel, e contra, ſicut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis e medio denſiori in rarius, ita erit B ad A. Quare, cum dictum planum D H F etiam perpendiculare ſit ad alterum Priſmatis planum B C, quod Radios e medio denſiori in rarius refringit, & inſuper, cum B ſupponatur anguli ſinus, quem Radius incidens M *l* facit cum plano iſto perpendiculari D H F, erit (per Lemma præcedens) A ſinus anguli, quem Radius refractus *l* F facit cum eodem plano D H F; ſed A ponitur ſinus ſemidiametri ſolaris, ergo ille angulus, quem Radius *l* F facit cum plano D H F, æquatur ſemidiametro ſolari, & ejus duplus *l* F *m*, ſive Y F Z, toti diametro; &, cum ſupra fuerit oſtenſum, quod angulus P F T ſit eidem diametro æqualis, iſti duo anguli YFZ & PFT erunt æquales. Q. E. D.

Jam, ſi planum YFZ eſſet perpendiculare plano imaginis P Y T Z, æque ac planum P F T, iſtæ quatuor lineæ F P, F T, F Y, & F Z, quæ angulos æquales comprehendunt, eſſent omnes inter ſe æquales; & proin ſubtenſæ P T, & Y Z etiam æquarentur. Sed, qui rem ſerio perpendit, inveniet Radios collaterales V L *m* F Z, & I M *l* F Y duobus reliquis D K *n* F T, & H N *k* F P paulo minus refringi, & idcirco planum Y F Z paulo magis declinabit e Radio F P, quam ab F T, ſecans lineam P T infra medium ejus punctum X; & ſic, divaricans a perpendiculari F X, (quam concipe ductam,) erit aliquantulum obliquum ad planum imaginis P Y T Z, & ea de cauſa lineæ F Y, & F Z erunt paulo majores, quam F P, & F T; & ſubtenſa Y Z paulo major, quam ſubtenſa P T. Sed hujus rei demonſtrationem, utpote nimis longam & propoſito meo non omnino neceſſariam, prætermitto. Etenim non multum refert, utrum planum Y F Z ſit rectum ad planum imaginis P Y T Z, vel nonnihil obliquum; hoc eſt, utrum Y Z ſit æqualis, vel major, quam P T; ſufficit, quod nequit eſſe minor. Imo, cum propter iſoſcelia triangula P F T, & Y F Z, ſit FP. F Y : : P T. Y Z., atque F P & F Y ſint quam proxime æquales, tantilla erit inter P T, & Y Z differentia, ut, quoad ſenſum, pro æqualibus haberi poſſint.

VIII.

In iſto tamen caſu longitudo imaginis pluſquam quadruplex eſt latitudinis. Unde varia Refrangibilitas evincitur.

Oſtenſus itaque caſus eſt, in quo longitudo ſolaris imaginis per Priſma trajectæ conſpiceretur æqualis ejuſdem latitudini, & proinde, in quo imago iſta quaſi orbicularis appareret, modo vera eſſet opinio vulgaris. Quinimo, licet poſitio Priſmatis alia ſit, atque deſcripſi, modo Radii utrinque Refractionem non valde inæqualem patiantur, figura tamen imaginis eapropter vix immutabitur. Nec multum intereſt, an corpus opacum E G, foramine F ad Radios tranſmittendos terebratum, citra Priſma collocetur, vel ultra; neque figura foraminis multum curanda eſt, modo ſit exigua. Etenim tam parvæ variationes haud plus mutabunt imaginem, quam decima, forte, vel quinta parte diametri ſuæ, ſicut cogitanti patebit. Atque ita, ut paucis tandem comprehendam omnia, liquet, quod imago Solis refracta, ut plurimum, deberet eſſe ſenſui quaſi orbicularis, ſi modo ejuſdem Incidentiæ in idem medium Refractio ſemper foret eadem. Sed prius repugnat experientiæ; longitudine ſcilicet ejus latitudinem pluſquam quatuor vicibus, ut dictum fuit, excedente: Ergo poſterius repugnat veritati, & ejuſdem Incidentiæ Refractio eſt varia.

IX.

Ejuſdem rei demonſtratio brevior.

Ex eodem experimento potui propoſitum ſic brevius indicaſſe; nempe, cum ita diſpoſuiſſem Priſma, ut Refractio Radiorum, tum ingredientium, tum egredientium,

tium,

tium, foret quaſi æqualis, angulos PFT, & YFZ (*Fig.* 2. vel 3. *Tab. I.*) dimenſus ſum, & inveni quidem angulum YFZ ſemiſſi gradus, ſive diametro Solis, æqualem. At angulus PFT eandem diametrum quater, & amplius, ſuperavit, cui tamen æqualis eſſe debuiſſet, ex parte priori præcedentis demonſtrationis; & inde planiſſime liquet propoſitum. Verum in eorum gratiam, quæ mox ſequentur, oporteret demonſtraſſe, quod illi Radii, quorum Refrangibilitas non eſt diſpar, efformabunt imaginem fere orbicularem; & ea de re mihi viſum fuit demonſtrationem iſtam, etiamſi longiuſculam, in illuſtrationem hujus experimenti hic adduxiſſe.

X.

Quo pacto Priſma facile ſtatui poteſt in ſitu ad experienda prædicta requiſito.

Verum, cum in experiendis prædictis eam eſſe poſitionem Priſmatis ſuppoſuerim, ut Radii ad utramque faciem Priſmatis æqualiter refringantur; concluſionis loco, dicam, qua ratione iſtud cito fiat & facile. Si Priſma teneatur in Luce ſolari, & motu lento circa axem ſuum convertatur, videbis Colores, quos efficit, de loco in locum continuo motu translatos eſſe, ita quidem, ut aliquando progredi, deinde vero regredi videantur. Obſervabis itaque medium inter iſtos contrarios motus, quando Colores, modo progreſſi & ſtatim regreſſuri, videntur quieſcere; quod ubi vides, ſiſte Priſma, idque in iſto ſitu fige. Dico factum. Scilicet, in eo ſitu ſumma Refractionum utrobique factarum, ſive Radii emergentis ad incidentem inclinatio, evadit omnium minima. Quod cum accidit, Refractiones utrobique ſunt æquales, uti poſthac demonſtrabitur.

XI.

Imaginis præfatæ figura deſcribitur, quæ partim rectis, partim ſemicirculis comprehenſa eſt.

Ceterum experimenti hujus varias circumſtantias, non minus jucundas experienti, quam propoſiti noſtri indicativas, proſequi jam animus eſt. Et primum notandum venit, quod imaginis iſtius figura, ſecundum longitudinem ſuam lineis rectis terminata fuit, & ſecundum latitudinem duobus (ut ex viſu potui judicare) ſemicirculis. In *Figura* 5. *Tab. II.* ſit PT imago Solis Priſmate refracta; hanc obſervabam ad latera duabus lineis AB, & CD, quoad ſenſum, rectis, & iis parallelis, terminari, ad extremitates autem duobus ſemicirculis APC, & BTD, cujus quidem eventus cauſa ex præmonſtratis ſic determinatur.

XII.

Quomodo talis evadit per circulares imagines, (quas unumquodque genus Radiorum æquabiliter refrangibilium facit,) in longum diſpoſitas.

Semicirculi illi terminantes in circulos compleantur, ut vides in *Figura* 6. *Tab. II.*, & alius inſcribatur circulus YZ iſtis intermedius. Jam concipe Radios quoſdam a Sole provenientes, qui apti ſunt, ut, æqualiter incidentes, etiam æqualiter refringantur. Illi per Priſma trajecti, ex ſupra demonſtratis, imaginem, quoad ſenſum, (ſi ſola poſſet videri,) circularem depingent, puta, BD. Deinde concipe alios ejuſdem Solis Radios ſibi etiam conformes, qui apti ſunt, ut prioribus paulo magis refringantur; illi itaque aliam imaginem depingent circularem, puta, YZ.

Et

Digitized by Google

Et alios etiam Radios adhuc magis refrangibiles concipe, qui tertiam circularem imaginem A C efficient. Denique, alios innumeros cogita prædictis plus & minus refrangibiles, & illi alias etiam innumeras circulares imagines, prioribus tum intermedias, tum extremas, efformabunt, illuminantes oblongum ſpatium P Y T Z, rectis lineis A B & C D, duobuſque ſemicirculis contentum. Verum, cum imagines illæ ſint omnes ejuſdem pene magnitudinis, & inter lineas A B & C D in directum diſpoſitæ, iſtæ lineæ A B & C D pro rectis ſibi parallelis haberi poſſunt, & ad ſenſum tales videbuntur; & ſic totum ſpatium P Y T Z, Radiis ex eadem Incidentia varie refractis illuminatum, partim parallelis rectis, & partim ſemicirculis oppoſitis terminabitur; ſicut experientia compertum eſt.

XIII.

Exinde deducitur experimentum, quo termini recti fiant diſtinctiſſimi.

Hanc autem conjecturam ut penitus probarem, cogitabam de imagine Solis per foramen aliquod ſine ulla Refractione ad diſtantiam magnam trajecta, ſcilicet quod male definitur, termino exiſtente inter Lucem & tenebras minime diſtincto: At, ſi Radii iſti per Lentem convexam tranſeant, cujus focus ad imaginem eſt, imago terminabitur diſtinctiſſime. Simili modo de Radiis æque refrangibilibus intellexi, quod, ſi per Priſma trajicerentur ad diſtantiam magnam, depingerent imaginem circularem male definitam, cujus tamen terminus, mediante Lente convexa, diſtinctiſſimus evaderet. Itaque, cum vidiſſem terminos imaginis refractæ P Y T Z non admodum diſtinctos, de imaginibus B D, Y Z, A C, & reliquis circularibus, oblongam iſtam formantibus; conjiciebam, quod multo diſtinctius terminarentur per Lentem convexam trajectæ, quam aliter; & experienti res patuit. Nam rectas A B, & C D, in quas imagines omnes iſtæ circulares utrinque terminantur, vidi admodum diſtinctas, quas antea confuſas videram.

XIV.

Quare termini circulares ſemper apparent confuſi.

Sed, quod notatu valde dignum videtur, termini circulares A P C, & B T D imaginis illius ſemper apparuere maxime confuſi, Luce paulatim deficiente, donec tandem in tenebras deſiit. Scilicet intermedii circuli, ut Y Z, miſcentur aliis circulis utrinque cadentibus, quibuſcum ex aliqua ſui parte coincidunt. At extremi quidem circuli, A C, & B D, ex una tantum parte cum aliis concurrunt, & eorum concurſus continuo fit rarior, & exinde Lux uſque remiſſior, dum ad extremitates, P, ac T, deventum eſt. Sed & alia prodit iſtius rei cauſa; ſcilicet, quod Radiorum maxima copia apta ſit, ut mediocrem Refractionem patiatur, & ſic in medium imaginis incidat; & quod eorum numerus continuo minor exiſtat, quibus competit gradus Refrangibilitatis alterutrinque magis extremus.

XV.

Admonitio de figura & ſitu Lentium & Priſmatum.

Ceterum ad iſthæc experienda Lentes adhiberi vellem, quarum foci ſunt longinqui, ſex, forte, vel duodecim pedibus a Lentibus diſtantes, modo tales præſto ſint: ſaltem non ſint minus diſtantes, quam duobus. Atque etiam latera Priſmatis debent eſſe accurate plana; ſin latera ejus ſint aliquatenus convexa, tum præſtat adhibere Lentem, cujus focus ad pedes tantum duos, vel tres a ſe remotus eſt. Quibus paratis, Lentem Priſmati ex utravis parte colloca vicinam, ita ſcilicet, ut Radios per

ſe

ſe trajectos directe reſpiciat . Deinde Radii in papyrum aliquam excipiantur , quam ultra citraque transfer, donec imaginem coloratam utrinque rectis parallelis diſtinctiſſime terminatam videas.

XVI.

Deque imagine quadam orbiculari.

Sed obſervandum eſt , quod , cum Priſma collocatur ultra foramen F , (ut in *Fig.* 3. *Tab. I.*) vel ipſi quam proxime citra , & Lens magis diſtat ab iſto foramine, quam focus Lentis , quem Radii in eam parallelos incidentes efficerent , diſtat a Lente ; duplicem invenies caſum , in quo imago in papyrum projecta evadat diſtincta: alter, quando Radii omnes homogenei , qui in Lentem paralleli incidunt , ita refringuntur, ut ad papyrum iſtam in eodem puncto concurrant; quod fit, quando vides imaginem coloratam oblongam , & parallelis rectis diſtincte terminatam : alter caſus eſt , quando Radii omnes homogenei ab uno puncto foraminis F divergentes, poſtquam a Lente refringuntur, ad unum iterum punctum dictæ papyri convergunt. Id autem accidit , cum imaginem albam , orbicularem , & undique bene definitam vides. De quo fuſe dicetur alibi . Sufficiat hoc monitum hic dediſſe , ne quis propriis oculis hæc experturus , per ambiguitatem effectus incaute decipiatur, & exinde prædicta in dubium revocet.

XVII.

Ac de umbris nebularum Solem intercedentium.

Juvat annotare præterea , quod nebulæ aliquæ tenuiores interceperunt diſcum Solis, eum non penitus obſcurantes , & umbras in hanc imaginem P T projecerunt , non ſui ſimiles , ſed in longum protenſas , & imaginis terminis rectilineas parallelas. Id , quod ratiociniis modo allatis accurate convenit . Nam , concipe nebulam aliquam in diſco Solis ad inſtar maculæ conſpicuam eſſe ; & ea , ſi Radii maxime refrangibiles, circuloque A C (*Fig.* 7. *Tab. II.*) circumſcripti ſpectentur , umbram projiciat in locum L, ita ut circulus A C cum umbra L diſcum Solis nebula deficientem referat. Quo poſito, ſi Radii minime refrangibiles , circuloque B D circumſcripti ſpectentur , umbra nebulæ ab iis projicietur in locum N , cujus talis erit ſitus in circulo B D , qualis eſt ipſius L in circulo A C , quippe hic etiam diſcum Solis nebula deficientem refert . Atque idem porro diſcurſus de circulo quolibet intermedio cum umbrella ejus M intelligatur ; adeo ut , propter indefinitam multitudinem circulorum ſpatium integrum A B D C occupantium , nebula ſuas umbras per totam longitudinem L N diſpergat , eamque reddat obſcuram ; & ſic , cum plures nebulæ, vel nubium ſinus, Soli interveniant , imago ejus plurimis umbris in longum diffuſis, & parallelis obſcurabitur.

XVIII.

Ab imaginis figura aliud etiam experimentum deducitur quo fiat multum oblongior.

Ut dictas proprietates Lucis, qua potui diligentia, perſcrutarer, ſequentem præterea modum excogitavi, quo illas examini ſubjicerem. Nempe, (in *Fig.* 6. *Tab. II.*) cum magnitudo circulorum A C, Y Z, B D , dependeat a magnitudine ſolari , ſi diameter Solis fieret aliquanto minor , quam nunc revera exiſtit, tum illi etiam circuli fierent minores, diſtantia centrorum H, I, K, non omnino mutata , ut videre eſt (in *Fig.* 8. *Tab. II.*) Et ſic latitudo imaginis, ad ejuſdem longitudinem comparata,

Digitized by Google

rata, multo minor evaderet, quam antea; utraque ſcilicet per eandem quantitatem diminuta. Hæc probaturus effeci, ut Radii Solis per duo parva foramina ab invicem longe diſtantia tranſirent, antequam inciderent Priſmati; quo pacto Radii ab extremis partibus Solis venientes excludebantur, & res perinde ſucceſſit, quaſi diameter Solis revera eſſet diminuta. Illuſtrationis gratia, ſit (in *Fig. 9. Tab. II.*) *efg* feneſtra parvo foramine *f* penetrata, per quod Radii ſolares cubiculum, alias obſcuratum, ingrediantur; deinde ſit EFG corpus aliquod opacum, perforatum ad F, & in medio cubiculo ita locatum, ut Radii iterum permeent foramen iſtud, antequam Priſma ABC pone locatum attingant. Jam, foraminum iſtorum diametro exiſtente $\frac{1}{8}$ digiti, & eorundem diſtantia *f* F 12 pedibus, (ita ſcilicet, ut maxima Radiorum utrumque foramen permeantium inclinatio foret angulus fere minutorum *6*, hoc eſt, quaſi quinta pars diametri ſolaris,) atque etiam imagine P T projecta in papyrum, decem pedes a Priſmate diſtantem, prout anguſtia cubiculi tulit; inveni longitudinem imaginis eſſe pluſquam quatuor digitorum cum ſemiſſe, & latitudinem trientis digiti; hoc eſt, longitudinem pluſquam quatuordecim vicibus majorem latitudine, ſicut ex prædictis oportet eveniſſe. Etenim, cum iſti tantum Radii mittuntur intro, qui minus, quam quinta parte ſolaris diametri ad ſe invicem inclinantur, diametri AC, YZ, & BD, diminutæ diametro foraminis F, debent eſſe quintuplo minores, quam ſecundum priora contingeret, ut videre eſt (in *Fig. 6. & 7. Tab. II.*) quaſi a Sole eſſent effectæ, cujus diameter ſit quinquies minor diametro Solis noſtri. Verum, ſi corpus opacum *fg* (*Fig. 9. Tab. II.*) tolleretur, ut Radii per unum ſolummodo foramen F ad Priſma tranſirent, ſicut in prioribus factum eſt, latitudo imaginis evaderet $1\frac{1}{6}$ digitorum, & longitudo pluſquam 5 dig.: angulo nempe Priſmatis exiſtente *60* grad., vel paulo majori. Itaque diameter circulorum AC, YZ, & BD, qui eo, quo dictum eſt, modo, imaginem conſtituunt, eſſet $1\frac{1}{6}$ dig., a qua ſubducatur diameter foraminis, nempe $\frac{1}{8}$ dig., & manebit $1\frac{1}{24}$ dig., cujus quintæ parti rurſus adjungatur eadem foraminis diameter ſive $\frac{1}{8}$ dig. & prodibit $\frac{1}{3}$ dig. diameter circulorum AC, YZ, & BD, in *fig.* 8., quæ minor eſt quam diameter circulorum iſtorum, in *fig. 6.*, quantitate $\frac{5}{6}$ dig. Quamobrem, *figura* 8., quaquaverſum eſt minor quam ſexta, quantitate $\frac{5}{6}$ dig. Atque ideo longitudo ejus ſit pluſquam 4 dig., latitudo autem digiti triens. Id, quod cum experientia modo recenſita quadrat. Ad eundem modum, ſi foramina *f* & F adhuc minora forent, vel ſi diſtantia *f* F foret major, imago PT oblongior evaderet. Quod idem quoque quadantenus contingeret, ex imagine PT a Priſmate longius diſſita. Ceterum notandum eſt, quod foramina *f* & F ad Radios direct. reſpicientia ſupponam, licet non multum refert, an ſitus eorum ſit parum obliquus, ut in appoſita figura nona factum eſt.

XIX.

Experimentum iſtud promovetur.

Porro, ſi in hoc experimento convexam Lentem, ut prius, adhibueris, cujus focus ad imaginem cadit, foramine F (ſi placet) dilatato, vel opaco corpore EG prorſus ablato, ut Radii per foramen longinquum *f* ſolummodo tranſeant, &, ſi foramen iſtud *f* effeceris anguſtius, quam antea (ceteris ut prius ſtantibus) imaginem valde oblongam, & pro longitudine lucidiorem videbis, quam in caſu priori. Exempli gratia, ſi diameter foraminis ſit pars digiti vigeſima, & ſi pedibus ab inde duodecim Priſma cum Lente diſpoſueris, videbis longitudinem imaginis pluſquam octoginta, vel centum vicibus latitudine majorem. Sed in his experiendis oportet cubiculum quaquaverſus bene obturatum eſſe; ne Lux alibi, quam per foramen *f*, ingreſſa perturbet imaginem, & juxta circulares ejus extremitates obſcuram reddat:

Et præterea, ſi ſuperficies Priſmatis ſint accurate planæ, præſtat adhibere Lentem, quæ focum ad diſtantiam magnam projicit, puta, ad 12, vel 20 pedes, modo loci amplitudo ſinat; quo pacto de proportionibus imaginis melius judicium proferas. Quod, ſi latera Priſmatis ſint aliquantulum convexa, ut iis nonnunquam contingit, quæ vulgo venduntur, licebit iſtud abſque ulla Lente, ſolum adhibere, & ejus convexitas Radios, vice Lentis, ad magnam diſtantiam congregabit. Quinimo, ſi cum Priſmate quolibet Lentem parvam adhibeas, cujus focus non ſit duobus, tributve pedibus longinquior, imaginem conſpicies, ſatis longam quidem, ſed cujus latitudo haud ſenſibilis exiſtit. Id, quod propoſito noſtro non minus inſervit, quam ſi poſſes de proportione longitudinis ad latitudinem ejus accurate judicare. In iſtis etiam experiendis notetur præterea, quod Lens non debet ita longe poſt Priſma locari, quin poſſit ad omnes Radios ſimul tranſmittendos extendi, ne imaginem ſucceſſive per partes tantum obſervare ſis coactus: Et notetur denique, quod ſi foramen F citra Priſma locaveris, & Lentem deinceps citra foramen iſtud, ad diſtantiam majorem ab eo, quam focus Radiorum a foramine *f* longinquiori manantium abeſt a lente, duplex erit caſus, in quo imago in papyrum projecta conſpicietur diſtincta, prout Radii venientes a ſingulis punctis foraminis F, aut a ſingulis punctis foraminis *f*, in totidem itidem punctis papyri colliguntur. In uno caſu imago erit alba & orbicularis, ut prius (§. *16.*) communi; in altero autem, oblonga & colorata, ſicut præſens experimentum exigit.

XX.

Magis adhuc promovetur per imaginem Stellæ Veneris.

Jam liquet ex præfatis, quod imaginis PT latitudo ſemper evadit eo minor, quo foramen longinquum *f* factum eſt anguſtius; ut nihil dubitandum ſit, quin dicta latitudo prorſus evaneſceret, ſi, vice foraminis iſtius translucidi, unum dumtaxat punctum ibi lucidiſſimum exiſteret: atque iſtud ſic futurum eſſe confirmatur ex obſervatione non diſſimili, quam habui quondam de Stella Veneris. Cubiculo nempe quaquaverſus obturato, excepto foramine paulo pluſquam duos digitos lato, ut tenebroſiſſimum efficeretur. In iſto foramine vitrum objectivum Perſpicilli ſeptempedalis collocavi, latitudine ejus, ad ſufficientem Radiorum copiam tranſmittendam, duos digitos & amplius, aperta. Deinde, ad diſtantiam ſeptem pedum papyro tranſverſe poſita, in eam vidi Syderis imaginem ad inſtar puncti lucidi projectam; & interpoſito Priſmate ad diſtantiam pedis unius, duorumve, ab iſta papyro, per quod Radii trajecti alio refringerentur, pro puncto illo lucido, ad diſtantiam inde pluſquam pedalem, vidi lineolam, licet non valde lucidam, facile tamen conſpicuam, & cujus longitudo ſemiſſem digiti ſuperavit, latitudo autem fuit, quoad ſenſum, nulla; ſaltem haud major, quam ut ſentiretur. Atque idem, credo, de Stellis primæ magnitudinis, uti de Sirio, liceat obſervare; præſertim ſi Lens adhibeatur quatuor, vel ſex digitos lata, ut plures Radios tranſmittat.

XXI.

Et applicatur deſcriptioni Refractionis ad Fig. 1. *Tab. I. tradita.*

Hoc experimentum, quam bene convenit cum explicatione noſtra, quam, de Refractione Radiorum ad eundem angulum incidentium varia, ſub initio dedi, operæ pretium videtur adnotare. In *figura prima* ſuppoſui complures Radios per eandem rectam in ſuperficiem aliquam refringentem ſucceſſive delatos eſſe, ibidemque alios aliis paulo magis, gradatim, refringi. Quod ſi fieri concipiatur, abunde ſequeretur, quod Radii ſic refracti, ſi corpore deinceps opaco quovis, ut papyro, interciperentur,

tur, lineolam ibi lucidam depingerent. Jam, licet Radii a Stella aliqua venientes, non omnes in eadem recta pergant, tamen, quod tantundem eſt, pro parallelis haberi poſſunt; &, quod a Lente convexa effecti ſunt convergentes, antequam attingant Priſma, hoc adeo non deſtruit analogiam, ut eam maxime confirmet. Etenim, pro ſingulis in eadem recta pergentibus, debes tantum concipere tot Radiorum penicillos, qui omnes habeant eundem axem, & idem punctum concurſus; & quod illorum penicillorum alii magis aliis a Priſmate refringuntur, ita ut eorum puncta concurſus, ſive Foci, qui prius coincidere, jam ſinguli cadant ſeorſim, lineam rectam conficientes. Ac proinde, quod axes penicillorum, qui Radiis, puta, ſucceſſivis, eouſque coincidebant, donec attigere Priſma, ibi per variam Refractionem ſint effecti divergentes, ut ad Focos penicillorum in linea recta jacentes pergant.

XXII.

Circumſtantia variata eidem deſcriptioni rurſus applicatur.

Si Priſma Stellæ Veneris vicinius, quam Lentem collocaveris, ut Radii per illud trajiciantur primo, & a Lente deinde convergentes fiant, eandem lineolam, ut prius, videbis, licet minus conſpicuam & inventu difficiliorem. Jam in hoc ſpecimine, cum Radii omnes adveniant paralleli, ſi æqualiter refringerentur tranſeuntes Priſma, manerent poſtea paralleli, uſque dum Lenti inciderent, & in ea proinde ſic refringerentur, ut omnes deinceps ad idem punctum pergerent, & ſic punctum lucidum conſpiceretur. Quare, cum, vice puncti illius, appareat linea, concludendum eſt, quod omnes Radii non æqualiter refringuntur.

XXIII.

Quod in adductis experimentis Refractiones non caſu fiunt inæquales, neque alia cauſa, quam inæquali Refrangibilitate.

Si jam objiciat aliquis, quod in Refractionibus quidem detur irregularitas, ſed eam eſſe contingentem, & non ex prævia Radiorum diſpoſitione, vel ullis certis legibus ortam; reſpondeo, quod imago Solis præfata, ſi Radiis nulla certa lege refractis fieret oblonga, non poſſet in lineas rectas ſecundum longitudinem ſuam diſtincte terminari, ſicut ad (*Figuram quintam Tab. II.*) oſtenſum eſt. Quinetiam non omnino deberet eſſe oblonga; ſed, parte ejus media & magis ſplendida, in morem orbis effingi, ſenſibilique termino diſtingui ab erratica Luce debiliori quaquaverſum diſperſa: perinde ut Sol apparet, cum nubibus pene obſcuratur, vel ut ejus imago cernitur, cum trajicitur per laminam vitream parallelis planis terminatam, & halitu, vel fumo leviter obductam, ut Lux inter refringendum paululum conturbetur. Adhæc, ſi duo Priſmata ſimilia ABC & *abc*, (*Fig.* 10., *Tab. III.*) juxta ponantur ſecundum longitudines ſuas parallela, cum lateribus planis AC & *ac*, ut & BC & *bc*, parallelis; & ſi Sol transluceat utrumque in locum Z, ubi corpus opacum Luci directe opponitur, Radiis tamen ejus per orbiculare foramen F prius trajectis, Lux incidens in dictum Z apparebit diſtincte orbicularis, non ſecus, quam ſi directe tenderet ab F, Priſmatibus non omnino interpoſitis. Fatendum eſt itaque, quod utriuſque Priſmatis conjunctim Refractiones ſunt regulares, & proinde etiam Refractiones alterutrius. Scilicet, Radii illi ſimiliter incidentes, non omnes æque refringuntur in primo Priſmate ABC, ut neque in ſecundo *abc*; tamen, cum ea Refractionis inæqualitas non contingens ſit, ſed oriatur ex prævia Radiorum diſpoſitione, ideo, licet varii Radii varie refringantur, tamen ejuſdem Radii eadem erit Refractionis quantitas in utroque Priſmate, & quantum incurvatur a priori ABC,

tantum recurvabitur a poſteriori *abc*; unde Radius quilibet, utcunque ſit refrangibilis, poſtquam ex utroque Priſmate emerſerit, ſibimet ipſi, cum nondum iis inciderat, fiet parallelus. Atque ideo, cum omnes ad eaſdem plagas tendant, ad quas libere tenderent, ſi Priſmatibus non interciperentur, neceſſe eſt, ut eandem orbicularem imaginem ad Z exhibeant, quam illuc libere tendentes exhiberent. Quod ſi imago oblonga, per Refractionem unici Priſmatis, (ut dictum eſt,) effecta, figuram ſuam a Radiis nulla certa lege divaricantibus, ſed forte fortuna huc illuc vage refractis, acquireret; cum Refractiones binis Priſmatibus geminentur, errores etiam Radiorum duplo plures evaderent, ut & duplo majores; & exinde imago ad Z fieret multo oblongior; quæ tamen, experientia teſte, in orbem contrahitur.

Nonnullis forte in ſuſpicionem veniet, quod terminatio Lucis, ſive quieſcentis medii confinium, diverſitatem Refractionis efficiat; ſed huic dubitationi in promptu eſt remedium, efficiendo nempe ut Lux a poſtica parte Priſmatis, (ſicut ad *Fig.* 3. *Tab. I.*) ſolummodo terminetur, ne fiat umbræ confinis priuſquam fuerit refracta. Et propterea, ne ſuſpicio ſit de varia craſſitie vitri, poteſt Refractio ejus ad varias craſſities tentari, promovendo Priſma tranſverſe juxta Lucis ingreſſum parallelo motu, ita ut Lux primo ad aciem ejus transjiciatur, deinde ad partes craſſiores; & in quovis caſu perſimilis erit Colorum apparitio. Neque multum intereſt, ſi foramen, per quod Lux ingreditur, ſit latius, vel anguſtius; nam exinde nihil aliud eveniet, quam Lucis Colores exhibentis augmentatio, vel diminutio, ac tanta dilatatio, vel contractio imaginis, quanta eſt foraminis.

Experimento duorum parallelorum Priſmatum jam ante deſcripto conſtat etiam, quod hæc imaginis in longitudinem diſtractio non oritur ex ejuſdem cujuſque Radii diffuſione, vel diſtractione in complures divergentes Radios; ſiquidem illi per iteratam diffuſionem, vel diſtractionem, in tranſitu per ſecundum Priſma, tunc reſolvi deberent in longe plures & magis divergentes Radios. Quin, & iiſdem omnibus objectionibus adverſatur experimentum, ubi poſterius Priſma non ſtatuitur parallelum anteriori, ſed perpendiculariter tranſverſum. Nam in iſto caſu, ſi anterius Priſma diſtraheret imaginem in longitudinem, ob aliam quamcunque cauſam, quam diverſam Refrangibilitatem diverſorum Radiorum, tunc poſterius Priſma, per tranſverſam Refractionem, diſtrahere deberet illam oblongatam imaginem in latitudinem, & ſic quadrilateram efficeret. Sed experimentum tentanti res ſecus evenit, imagine ſcilicet non ſecundum latitudinem dilatata, ſed ſolum obliquata per majorem Refractionem extremitatis violaceæ, quam rubræ. Quemadmodum videre eſt ad (*Fig.* 11. *Tab. III.*,) ubi imago PT, per ſecundi Priſmatis Refractionem, transfertur ad *pt*. Ex dictis, opinor, ſatis ſuperque conſtat id, quod initio propoſui demonſtrandum: quoniam autem jucunditatem intellectui, & aſſenſum plerunque firmiorem, harmonia rerum plurium affert, quam unici, licet maxime ſcientifici, argumenti teſtimonium; non erit abs re, ſi in aliud experimentorum genus præcedentibus affinium experturos breviter introducam.

XXIV.

Perſtringuntur alia experimenta præcedentibus affinia.

In (*Fig.* 12. *Tab. III.*) ſit F foramen valde exiguum, per quod Lumen Solis trajiciatur; deinde, ad diſtantiam pro lubitu magnam, ſtatuatur Priſma ABC, per quod Radii tranſeant refracti, prout in prioribus explicui; tum, Oculo pone admoto, circularis foraminis F videbis imaginem TP oblongam, cujus longitudo ad latitudinem collata, tanto major erit, quanto foramen F fiet anguſtius; & exinde patet, quod Radiorum alii, tendentes ad Oculum per H, quaſi manaſſent a P, ſunt magis refracti, quam alii tendentes per I, quaſi a T veniſſent; &, Radiis ſic in Ocu-

Digitized by Google

Oculum non ſecus ingreſſis quam ſi profluxiſſent ab oblongo ſpatio P T, neceſſe eſt, ut ſpatium iſtud longum appareat luminoſum.

Sed cavendum eſt, ne foraminis F tanta ſit apertura, ut nimiæ Lucis introitu lædatur Oculus; imo, ne tanta ſit, quin ut poſſis nudo Oculo particulam Solis per foramen iſtud, quaſi punctum lucidum, diſtincte & abſque ulla circumradiatione, tranſpicere; Verum, ſi Lumen Solis cenſeatur nimium huic experiendo, Lumen a nubibus tranſmiſſum ſufficiat; modo talis ſit Oculi tui diſpoſitio, ut foramen, ſine Radiis circumcirca ſuperfluis, diſtinctum cernas, antequam interponas Priſma; alias imaginem ejus non cernes diſtinctam, neque debita longitudine deductam. Ad hæc, liceat tandem obſervare, ſi filum albens interpoſito Priſmate aſpicias; etenim filum multo latius apparebit, cum in ſitu ad longitudinem Priſmatis parallelo, quam cum in tranſverſo, ſtatuitur. Ceterum, ut in uno comprehendam omnia, ſi Stellam fixam primæ magnitudinis, mediante Priſmate intuearis, ejus etiam imago conſpicietur longa. At, cum Radii Stellarum pro parallelis habeantur, ſi omnes æque refringerentur, manerent etiam paralleli, poſtquam egrediuntur e Priſmate; &, Oculum ſic ingreſſi, efficerent imaginem omnino ſimilem Stellæ, vel puncto lucido, nullatenus oblongam; perinde ut fit, cum Stella parallelos Radios in Oculum directe mittit. Videbis itaque, quod Radii paralleli, ſuperficiebus planis refracti, fiunt inclinati; unde neceſſe eſt, ut inæqualem Refractionem patiantur. In tranſitu autem notetur, quod Teleſcopio, ſi placeat, primum adhibito, tum, ut copia Lucis ad Oculum tranſmittatur, tum, ut ſcintillatio, qua Fixæ ſolent, quaſi corona, cingi, minuatur, & Priſmate deinceps interpoſito, videbis albicantem lineam diſtinctiorem, quam prius, cum latitudine vix, aut ne vix quidem, conſpicua. His paucis de Radiorum diverſa Refrangibilitate narratis, quorum ſenſus plenior in ſequentibus, ubi de Coloribus agitur, eluceſcet; reſtat, ut Refractionum quantitates & menſuræ jam determinentur.

PARS PRIOR.

SECTIO SECUNDA.

De menſura Refractionum.

XXV.

De menſura Refractionis dati generis Radiorum, e quavis Incidentia data.

Refractiones ope angulorum, quos incidentes & refracti Radii cum perpendiculo refringentis plani conſtituunt, quaſi datam rationem habentium, a Veteribus determinatæ fuerant. Quemadmodum ſi, in *Fig.* 13. *Tab. III.*, I H ſit planum refringens, cui linea D C E ad aliquod ejus punctum C perpendiculariter inſiſtit, & in illud C Radius quilibet A C incidat, & refringatur ad R; poſito refractum Radium C R in plano A C I jacere, quod refringenti plano perpendiculare eſt; ſuppoſuere Veteres, quod angulus Incidentiæ A C D, angulus Refractionis R C E, & angulus refractus R C F, ſemper ſint in data quadam ratione: vel potius, hypotheſin credidere ſatis accuratam eſſe, ubi Radii a perpendiculo non multum divaricant. Sic, in vitro ſtatuerunt angulum Refractionis quaſi triplum eſſe anguli refracti. At illa Refractionum æſtimatio minus exacta deprehenditur, quam ut pro fundamento Dioptrices debet ſtatui, & *Carteſius* aliam regulam primus * excogitavit,

* Poſtea *Newtonus* intellexit *Snellium* Refractionis legem primum inveniſſe, & *Carteſium* ſuum Theorema a conſimili *Snellii* Propoſitione deduxiſſe. Vide *Newtoni Principia* in Schol. Prop. XCVI. lib. 1.

Digitized by Google

tavit, qua iſtud exactius determinaretur; ponendo dictorum angulorum ſinus eſſe in ratione data. In *Fig.* 13. *Tab. III.* ſi centro C, & diſtantia qualibet A C, circulus deſcribatur, ſecans Radios præfatos in A & R, & ab iſtis punctis ad plani perpendiculum DCE demittantur normales A D & R E; ipſarum A D & R E proportio erit eadem perpetuo. Cujus rei veritatem Auctor non ineleganter demonſtraſſet, modo de cauſis phyſicis, quas aſſumpſit, nullum dubitandi locum reliquiſſet. Ut, & quoniam inſtrumentis, in iſtum finem accurate inſtructis, examinarunt aliqui, & veritati (quoad ſenſum) exacte convenientem adinvenerunt, non dubitamus pro fundamento ſtatuere; hoc ſolum adhibito moderamine, quod, cum is de quibuslibet Radiis indifferenter affirmarit, quaſi omnium perſimilis fuiſſet Refractio, nos tantum affirmamus de ſingulis eorum generibus ſeorſim ſpectatis; ponendo, quod Radiorum æque refrangibilium ſinus Refractionis ſunt, ut ſinus Incidentiæ. Concipiamus aliquot genera Radiorum ſecundum lineam A C, in *Fig.* 14. *Tab. III.*, eſſe allapſa ad punctum C, ibique refracta per ſuperficiem IH; puta, mediocriter refrangibiles Radios in C R, minime refrangibiles in C T, & maxime refrangibiles in C P, ac innumeros alios, gradibus intermediis plus minus refrangibiles, per totum ſpatium TCP diffuſos eſſe. Jam, ſi ducatur DCG perpendicularis ad planum refringens IH, & centro C, diſtantia quavis A C, circulus, (ut prius,) deſcribatur, ſecans Radios dictos in A, P, R, T; atque ex iſtis punctis demittantur perpendiculares A D, PG, RE, TF, pro ſinubus angulorum ACD, PCG, RCE, TCF; pono, quod, utcunque Radii incidant, tamen ſemper erit A D ad PG in eadem ratione; qua ſemel cognita, regulam habes pro Refractione Radiorum maxime refrangibilium in eandem ſuperficiem ad angulum quemvis incidentium menſuranda: Et ſic ſemper erit A D ad T F in eadem ratione; qua cognita, regulam habes, quacum Refractio minime refrangibilium in quavis Incidentia determinabitur. Atque idem de ratione ipſius A D ad R E, & ad ſinum cujuſvis intermedii generis concipiatur.

XXVI.

De conferendis Refractionibus Radiorum diverſi generis.

Porro autem, cum ſinus PG, RE, TF, ceterique, datam habeant rationem ad ſinum A D, datam quoque rationem inter ſeſe habebunt; atque adeo, ſi, ex unica obſervatione, proportionem ſinuum PG, RE, TF, & reliquorum, ad Radios ex eadem Incidentia refractos pertinentium cognoveris, regulam exinde habebis, quacum ex ſinu Refractionis cujuſvis generis Radiorum, & in iſtam ſuperficiem utcunque incidentium, dato, ceterorum omnium ex eadem Incidentia prolabentium ſinus elicias; licet quænam ſit eorum Incidentia non innotuerit. Quinimo, ſi omnium AD, TF, RE, PG, &c. proportiones inter ſe ſemel cognoſcantur, habito reſpectu ad eadem media refringentia, regulam habes pro ceteris omnibus exquirendis ex unico quovis unquam dato. Itaque, quo rationes iſtorum ſinuum inveſtigentur, convenit, ut in aliquo Radiorum genere proportio ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis primum exquiratur; deinde, ut proportiones ſinuum Refractionis pro Radiis diverſorum generum, ad eundem angulum incidentium, determinentur.

XXVII.

Ad ſinus Incidentiæ & Refractionis conferendos adhibetur mediocre genus Radiorum.

Ad ſinus Incidentiæ cum ſinubus Refractionis conferendos, commodum erit, ut medium genus eligatur, puta, genus illud Radiorum, qui viriditatem, vel potius,

Co-

Digitized by Google

Colorem viridi & cæruleo intermedium, exhibent. Credo enim illos, qui Refractiones antehac menſuravere, (ſive id factum ſit, ut jam dicta hypotheſis *Carteſii* probaretur, ſive aliis de cauſis,) credo illos, inquam, menſuram inſtituiſſe ad medietatem refractæ Lucis; hoc eſt, ſi ſpatium a Coloribus occupatum ſpectemus, ad confinium viridis & cærulei: Aut, ſi ſpectemus quantitatem Lucis, ad medietatem viridis; & præterea punctum illud pro principali Foco Lentium habendum eſſe videtur, in quod intermedium genus Radiorum convergit. Atque etiam, ſi quando de Radiis indiſtincte diſſerendum eſt, ut hactenus apud Opticæ Peritos conſueverit, genus mediocre commodius, quam extremorum aliquod pro omnibus haberi poteſt.

XXVIII.

Modus explorandi ſinuum iſtorum rationes.

Porro, cum forte deſideretur accuratius examen dictæ regulæ Carteſianæ, quam antehac inſtituebatur, dum varia Radiorum Refrangibilitas experientes latuit, primo dicam, quo pacto id non incommode fiat. Quoniam fluidi pellucidi ſuperficies refringentes facile poſſint inclinari ad quemvis datum angulum, quod ſolido non eſt conceſſum, fluida in hunc finem fuerunt adhibita; ſed inſtrumento magis laborioſo, quam opus erat, & erroribus forte magis obnoxio, quam ſi omni apparatu privaretur, dempta trabe, cui vaſculum aquæ plenum affigitur. Sit itaque HK, in *Fig.* 15., *Tab. III.* vectis ligneus duas, treſve ulnas longus, aut amplius, ſatis craſſus, ne ob longitudinem & pondus minime inflecti queat, quadrilaterus, rectangulus, & rectus, cum lateribus oppoſitis exacte parallelis. Tum, lamellæ duæ HI & KL ſuper unum ejus latus ad angulos rectos erigantur; KL proxime ad unam extremitatem, & HI quaſi quatuor digitos ab altera diſtans, quarum longitudo ſit trium digitorum, quatuorve; latitudo autem duorum, vel trium. Deinde ſumatur vaſculum aliquod cylindricum, vel priſmiforme CF, duos, treſve digitos latum; longum vero quatuor, vel quinque. Ejus baſis ſuper lamellam HI cemento aliquo duro & tenaci figatur, ac in eo ſitu firmetur ope trabis HK ultra lamellam dictam HI productæ. Tum, trajiciatur ejus fundum in medietate, & lamella ſimul, parvo foramine F, puta, decima parte digiti lato; & juxta foramen iſtud in altera lamella notetur punctum R, quod æque diſtet a trabe, ac dicti foraminis centrum; ita ſcilicet, ut linea FR, per centrum foraminis ad R ducta, ſit parallela longitudini trabis. Denique ſumatur lamella vitrea, plana, polita, & uniformiter craſſa, eaque applicetur ad planitiem lamellæ HI, vaſculo CF obverſam, ſuper foramen F; & cemento figatur ita, ut vaſculum iſtud aquæ, (qua repleatur,) non ſit pervium; & cum norma aliqua fiat periculum, an illa vitrea lamella perpendiculariter inſiſtat trabi. Quod ſi non contingat, corrigatur ſitus, donec ſit exacte perpendicularis. In cujus rei gratiam convenit, ut dicta lamella vitrea ſit tres, vel, quatuor digitos longa & lata, quo de ſitu ejus melius judicare liceat. Inſtrumento hoc ſic fabricato, & aqua vaſi CF, pluſquam ad medietatem ejus, infuſa, illud in Radiis ſolaribus ita ſtatuatur, ut, in ſuperiori ſuperficie aquea refracti, perpendiculariter emergant ad foramen F, rectaque progrediantur verſus laminam KL, Rubedine ad T, Purpura ad P, & viridi, vel confinio cærulei & viridis, ad R incidentibus. Convenit autem, ut dicta lamina KL dealbetur, aut albente papyro veſtiatur, quo de Coloribus judicium certius feras. Interea vero, cum quadrante aliquo amplo, & exacte fabricato *ekr* quæratur inclinatio trabis HK ad horizontem, & habebis angulum Refractionis *ekr*, & ejus ſinum *er*. Tum, Solis altitudo ſtatim inquiratur, ejuſque complementum ad 90 grad.; A*k*D erit angulus Incidentiæ, & AD ſinus. Quibus ſinubus ad invicem collatis, & experimento ad diverſas Solis altitudines repetito, conſtabit, an ſinuum ratio ſemper ſit eadem. Quod ſi velis, ut experimenta varia ſimul fiant, aut ad minorem Incidentiam, quam ſit complemen-

tum

Digitized by Google

tum maximæ altitudinis ſolaris, vice Radiorum a Sole directe manantium, poſſis adhibere reflexos.

XXIX.

Modus explorandi vim refractivam ſolidi cujuſvis aere circumdati.

Cum eandem ſinuum Incidentiæ & Refractionis rationem alicui Radiorum generi, utcunque in eandem quamvis ſuperficiem incidenti, perpetuo competere ſat exploratum fuerit; proponatur exquirere rationem illam, ad ſuperficiem data quælibet media diſterminantem; idque unico experimento. Si aer ſit unum ex datis mediis, & liquor quilibet alterum, inſtrumentum noviſſime deſcriptum non incommode poteſt adhiberi. Sin mediorum alterum ſit ſolidum, res expedite perficitur ad *diagramma 16.* In ejus explicationem præmittantur duo ſequentia Lemmata.

LEMMA I.

In *Fig. 16. Tab. IV.*, ſit ABC Priſma ex materia quavis pellucida confectum, cujus axis ſit horizonti parallelus, & perpendicularis ad Radios Solis; & præterea ſit ejus poſitio talis, ut dictos Radios OX æque refringat, ingredientes ad X, & egredientes ad Y. Iſtud autem quo pacto debet fieri, oſtenſum fuit ad §. 10. Jam dico, quod angulus Reſtactionis ad alterutram refringentem ſuperficiem, ut AC, factæ, ſit æqualis dimidio verticalis anguli priſmatici ACB. Scilicet, ad punctum Incidentiæ X erigatur perpendicularis HX, erit HXY angulus Refractionis ad ſuperficiem AC. Porro, demittatur CI perpendicularis in Radium XY; & iſta biſſecabit angulum YCX, propterea quod triangulum YCX, (ob æqualitatem Refractionis in X & Y,) ſit iſoſceles. Dico itaque, quod anguli HXY, & ICX, æquantur: Nam, ang. AXY = ang. XIC + ICX, (per 32. 1. Elem.) Sed anguli AXH, & XIC ſunt recti; Ergo reſidui HXY, & ICX æquantur. Q. E. D.

LEMMA II.

Ad hæc, ſi Radius incidens OX, & emergens YN indefinite producantur, occurrentes in G; & præterea, ſi recta quævis KL, horizonti parallela, Radiis iſtis interjiciatur, conſtituens triangulum GKL; &, cum refractus Radius YN tendit ſurſum, ſi ſumma angulorum LKX, & KLY ſumatur; aut eorum differentia, cum iſte YN tendit deorſum; Dico, quod illius ſummæ, vel differentiæ dimidium, una cum angulo Refractionis HXY, æquabitur angulo Incidentiæ HXG. Nam, dicta ſumma, vel differentia æquatur angulo NGK, (per 32. 1. Elem.) hoc eſt, angulis GXY + GYX; &, cum triangulum GYX ſit iſoſceles, dictæ ſummæ, vel differentiæ dimidium æquabitur angulo refracto GXY, qui, cum angulo Refractionis YXH, conſtituit angulum Incidentiæ. Q. E. D.

His præmiſſis, Problema propoſitum ſic perficitur. Primo menſuretur angulus verticalis Priſmatis ACB; & ejus dimidium erit angulus Refractionis. Dein, Priſmate in poſitione præfata diſpoſito, per quod Radii trajiciantur ingreſſi foramen F, ope quadrantis MNPQ ampli & accurati, (puta; cujus pinnarum M, & N, diſtantia ſit pedis unius, ad minimum,) exploretur angulus YLK, vel P*k*Q, quem refracti Radii YMN cum horizonte conſtituunt, faciendo, ut mediocriter refrangibiles per pinnas M & N, ad diſtantiam decem, aut viginti pedum a Priſmate, trajiciantur; & ſimul obſervetur Solis altitudo XKL: Qui duo anguli addantur, ſi refracti Radii YMN ſurſum tendant, ſicut in ſchemate deſcribitur; alias, minor ſubtrahatur a majori; & ſummæ, vel differentiæ dimidium, una cum angulo Refractionis prius invento, erit angulus Incidentiæ, ut patet per Lemma ſecundum.

De-

Denique, ex angulis Incidentiæ & Refractionis ſic datis, dantur eorum ſinus. Q. E. F.

XXX.

Exemplum in Refractione cujuſdam generis vitri.

Sic, in Priſmate quodam vitreo, dimenſus ſum angulum ejus maximum A C B, & inveni 63 grad. 12 min., cujus dimidium H X Y eſt 31. gr. 36. m., ejuſque ſinus 5240, poſito ſinu 90 gr., 10000. Deinde, cum altitudo Solis O K L obſervabatur eſſe 14 gr. 4. min., alter angulus M L K, a Radio Y N ad medium Viriditatis tendente conflatus, erat 30 gr. 52 m.; quorum ſumma eſt 44. 56'., ejuſque dimidium Y X K 22. 28'., quod, una cum angulo Refractionis H X Y facit 54. 4'., angulum Incidentiæ, cujus ſinus eſt 8097. Denique, conferendo ſinus jam inventos, ut eorum proportio in minimis terminis haberetur, inveni eſſe ut 11 ad 17 fere. Quare, pro regula generali ſtatuendum eſt, quod Radiorum Viriditatem exhibentium ſinus Incidentiæ ex aere in vitrum quodvis, æque refractivum ac illud Priſma, ſit ad ſinum Refractionis ut 17 ad 11.

Haud ſecus, dimetiendo Refractionem Radiorum, Colorem inter viridem & cæruleum exhibentium, inveſtigatur 45. 8'., pro duplo anguli refracti, cujus dimidium 22. 34'., una cum angulo Refractionis 31. 36'., dat angulum Incidentiæ 54. 10, ejuſque ſinus 8107, eſt ad ſinum Refractionis 5240, ut 82 ad 53, proxime.

XXXI.

Modi præfati commoditas.

Hujus autem modi commoditas in menſurandis Refractionibus ex eo conjicietur, quod inſtrumento nullo hic opus eſt, dempto quadrante, & Priſmate, cujus Refractio deſideratur; quod Refractionem, dum geminetur, factam ad X & Y exinde certius metiri poſſis; & quod facillimum ſit Priſma in deſiderato ſitu diſponere, ut ſupra oſtenditur §. X.: Imo, quod parvus error a ſitu deſiderato fere nihili ſit; dum, quoad ſenſum, haud inde mutabitur angulus refractus M G K, ut experienti patebit. Quippe angulus iſte hic minimus eſt, & quantitatum per motum generatarum, cum maximæ exiſtant, vel minimæ, hoc eſt, in momento regreſſus, motus, ut plurimum, ſunt infinite parvi. Sic verbi gratia, in *Fig.* 17. *Tab. IV.*, ſi centro C deſcribatur circulus *l* L *l*, & extra eum ſumatur punctum quoddam G, ducaturque G I C, & erigatur normalis G K. Deinde, ſi concipiatur, quod punctum *l* moveatur uniformiter in illius circuli circumferentia, per quod punctum recta quædam G *l*, circa centrum G rotata, perpetuo tranſeat; manifeſtum eſt, quod, quo major ſit angulus C G *l*, ſive quo minor angulus K G *l*, eo minor erit motus angularis ipſius G *l*; &, cum angulus C G *l* ſit maximus, ſive angulus K G *l* minimus, hoc eſt, in momento regreſſus, (recta G *l* tunc circulum in L tangente,) motus ejus erit infinite parvus, &, quoad ſenſum, nullus; parvuſque error a puncto contactus L nullam ſenſibilem variationem in angulis iſtis K G L & C G L producet. Et ad eundem fere modum, parva convolutio Priſmatis haud omnino mutabit angulum M G K, cum iſte ſit minimus, ſive complementum ejus maximum. Quod, ſi Priſma diſponeretur in quovis alio ſitu, quam hic deſcribitur, (puta, cum Radii perpendiculariter ingreſſi ad egreſſum dumtaxat refringuntur,) minimus error ab iſto deſiderato ſitu multum mutaret angulum refractum, & ſic experientia foret incertitudini & erroribus multo magis obnoxia.

Digitized by Google

XXXII.

Regula de inveſtiganda Refractione mediorum ſibi ipſis contiguorum, quorum aeri contiguorum Refractiones cognoſcantur.

In majorem hujus rei copiam, quia dantur aliqui caſus, ubi Refractiones per modos jam deſcriptos haud poſſint menſurari, (ut, cum Refractio fit ex vitro in cryſtallum, ex aqua in vitrum, vel ex uno liquore in alium,) & nequa omnino ſit refringens ſuperficies, cujus Refractio nequit inveſtigari, Problema ſequens lubet proponere.

PROBLEMA.

Datis Refractionibus, quas duo media alicui tertio contigua conficiunt, illorum ſibi ipſis contiguorum Refractiones invenire.

In *Fig.* 18. *Tab. IV.* ſunto duo media propoſita A & B, quorum ſuperficiei diſterminantis Refractio quæritur; & ſit C medium tertium, cujus ſuperficiei, ipſis A & B contiguæ, Refractiones dantur. Sitque ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis ex medio C in medium A, ſicut *I* ad *R*; & ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis ex eodem medio C in alterum medium B, ſicut *j* ad r; Dico, quod ſit *I* x r, ad *R* x *j*, ut ſinus Incidentiæ, ad ſinum Refractionis ex medio B in medium A.

Verbi gratia, ſi proponatur inveſtigatio Refractionis ex aqua in vitrum, data Refractione ex aere in utrumque; ſitque ſinus Incidentiæ ex aere in vitrum ad ſinum Refractionis, ut 17 ad 11; & ſinus Incidentiæ ex aere in aquam ad ſinum Refractionis, ut 4 ad 3. Quare, ſinus iſtos multiplicando reciproce, erit ut 17 x 3 ad 11 x 4, ſive ut 51 ad 44, ita ſinus Incidentiæ ex aqua in vitrum ad ſinum Refractionis. Et ſic, cognita Refractione ex aere in quævis alia media propoſita, poſſis adipiſci eorum Refractionem inter ſe, & e contra.

XXXIII.

Regulæ ejus DEMONSTRATIO.

Ceterum demonſtratio hujus non eſt omittenda, in quem finem præſternatur Lemma ſequens. Si media duo propoſita A & B, in *Fig.* 18. *Tab. IV.*, concipiantur eſſe planis parallelis terminata, contigua, & dicto medio tertio, (puta, aere,) circumdata, & Radius quilibet O N, oblique incidens ad N, refringatur primo ad M, ac deinde ad L, & emergens pergat ad K. Dico, Radium incidentem O N ſibi emergenti L K parallelum eſſe: Cujus quidem aſſertionis veritas experientia patet. Etenim ponatur medium A eſſe vitrum, & medium B eſſe aquam; mediumque tertium circumdans eſſe aera: Et laminæ vitreæ A ſuperficies r M R tenuiter illinatur aqua B, & ſtatuatur parallela ad horizontem, ut aqua conſiſtat uniformiter craſſa. Quo facto videbis, quod Radii, per utrumque medium A & B trajecti, tendent ad eaſdem plagas, verſus quas tenderent a Sole directi.

Præmiſſo hoc, erigantur i N r, H M G, & R L I, perpendiculares ad refringentia puncta N, M, & L; eſt ergo *j* ad *r*, ut ſinus anguli O N *i* ad ſinum anguli M N r, ſive N M H; &, multiplicando rationem antecedentem per *I*, fiet *I* x *j* ad *I* x *r*, ut ſinus ipſius O N i ad ſinum ipſius N M H. Porro eſt *I* ad *R*, ut ſinus anguli K L I, ſive O N *i*, ad ſinum anguli M L R, ſive L M G; &, multiplicando rationem antecedentem per *j* fiet *I* x *j* ad *R* x *j*, ut ſinus anguli O N i ad ſinum ipſius L M G. Jam, permutando terminos utriuſque proportionis, fiet *I* x *j* ad

Digitized by Google

ad ſin. O N i ut *I x r* ad ſin. N M H; & *I x j* ad ſin. O N i ut *R x j* ad ſin. L M G. Quare, ex æqualitate rationis, eſt *I x r* ad *R x j* ut ſin. N M H ad ſin. L M G. Q. E. D.

XXXIV.

Modus dimetiendi Refractiones ſolidorum ad fluida accomodatur.

Ex hiſce ſic oſtenſis, Problema non inutile proficiſcitur, quo Refractiones fluidorum eodem modo metiri poſſis, ac de ſolidis oſtenſum eſt ad *Fig. 16.*, non adhibito inſtrumento H L K, quod in *Fig.* 15. deſcribitur. Scilicet, ex laminis vitreis, in morem cunei connexis, vaſculum priſmiforme conficiatur, cujus acies, ſive angulus verticalis, ſit grad. 80, circiter, vel 90. Iſtius autem anguli quantitatem exactiſſima menſura cognitam habebis, ejuſque dimidii ſinum pro ſinu Refractionis ſemper ſtatues. Quo peracto, cum liquoris alicujus vis refractiva deſideratur, vaſculum cum illo liquore impleatur, & in tali ſitu diſponatur, ut acies ejus a concurſu refringentium planorum conſtituta, ſit parallela ad horizontem, & perpendicularis ad Radios ſolares, atque ut illi Radii, per præfata refringentia plana trajecti, Refractiones ad ingreſſum & egreſſum æquales patiantur. Et ope quadrantis, ut oſtenſum erat ad *Fig. 16.*, exploretur angulus Incidentiæ, cujus ſinus ad præfatum ſinum Refractionis erit, ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis ex aere in liquorem propoſitum.

XXXV.

Refractio aquæ, prout ipſe dimenſus ſum, in ſpecimen ejus rei adducitur.

Inſtantiæ gratia, quo aquæ Refractionem cognoſcerem, curavi, ut Priſma ligneum conficeretur, quale eſt A B *c*, in *Fig. 19. Tab. IV.* cujus ille angulus A C B, quem pro verticali deſignabam, foret rectus, ceterique duo ſemirecti; & effeci, ut refringentia plana A *c*, & B *c*, per meditullium trajicerentur foramine F, parallelo ad baſem A *b*, per quod foramen Lux itura eſſet; & ut tertium planum A *b* foderetur in G, uſque dum aditus ad foramen F tranſverſe pertingeret. Dein, ſumptis duabus ex vitro lamellis, quas ſpeculum confractum mihi ſubminiſtravit, unam D E ſuper meditullium plani B *c* cæmento fixi, & alteram ſuper meditullium alterius plani A *c*, ut meatus F utrinque clauderetur. Tum, aquam pluvialem per orificium G in excavatum ſpatium infudi, & cum operculo ex ſubere conciſo clauſi. Atque adeo aqua, duabus vitreis lamellis ad angulum rectum inclinatis interjecta, vices ſubibat aquei Priſmatis habentis angulum rectum. Eas autem laminas rectum angulum exacte comprehendere ex applicatione normæ cognovi; cujus ideo dimidium, grad. 45, pro angulo Refractionis habendum eſt. (Lem. 1. §. XXIX.) Hoc Priſma dein ita ſtatuebam ad ingreſſum Lucis in obſcurum cubiculum, ut eadem foret utrinque Refractionis quantitas; &, ex altitudine Solis, & refractorum Radiorum. Viriditatem exhibentium inclinatione ad horizontem, inveni angulum refractum eſſe 51. 16′., cujus dimidium 25. 38′., una cum angulo Refractionis 45, dabit angulum Incidentiæ 70. 38′. Horum vero angulorum 70. 38′, & 45, ſinus ſunt 9434, & 7071, reſpectu ſinus 90 grad., ſeu 10000; quorum quidem numerorum ratio eſt paulo minor, quam *Carteſiana* 250 ad 187, & paulo major, quam 4 ad 3, nempe 4, 002 ad 3; quæ tamen, a ratione $\frac{4}{3}$, tam parva differentia recedit, ut error fuit inſenſibilis, ſi poſuerim eſſe, ut 4 ad 3; idque maxime, cum aquæ Refractio non perpetim eadem maneat, ſed a caloris viciſſitudine nonnihil patiatur, varioſque denſitatis gradus induat: Quod idem & aeri circumdanti contingit, qui a vaporibus etiam non ſolum varie incraſſatur, ſed & arctius, (aucta atmoſphæræ gravitate,)

Digitized by Google

vel laxius comprimitur. Adde, quod aquarum, ex diverſis terrarum regionibus ſcaturientium, aut, vi Solis, in vapores & pluviam deinde converſarum, diverſæ ſint denſitates, & internæ diſpoſitiones ad refringendum, ortæ ex variis mineralium tincturis, quas e locis ſubterraneis extrahunt, & exhalationibus varie craſſis & copioſis, quæ ſimul cum vaporibus in altum attolluntur.

XXXVI.

Præfatorum DEMONSTRATIO.

Problematis hujus, de Refractionis fluidorum menſura, ſic ſolnti veritas conſtabit ex oſtenſo, quod Refractionis in hoc Priſmate, ex aqua & vitris compoſito, eadem ſit quantitas, quæ foret, ſi vitrum tolleretur, & aqua ſola maneret aere circumdata. Sit itaque A B C Priſma, in *Fig.* 20., *Tab. V.*, confectum ex laminis vitreis A C *f d*, & B C *f e*, (ut dictum eſt,) & aqua *d f e* repletum. Et concipiatur, quod D E F ſit aqueum Priſma, immediate circumdatum aere, & omnino ſimile aquæ *d e f* circumcluſæ vitro, ſimiliterque poſitum; & incidant Radii paralleli O N, O X, in utrumque; quorum alter O N, refractus in N, M, L, & K, tendit ad H; alter vero O X, refractus in X, & Y, tendit ad Z. Dico jam, quod emergentes K H, & Y Z, erunt paralleli; atque adeo, quod, in utroque Priſmate, tota Refractionum quantitas erit eadem. Etenim, in *Fig.* 18., *Tab. IV.*, ſi Radius *o m* ipſi O N parallelus incidat in vitream laminam A, emergatque in *l k*, notum eſt, quod Radius *l k* erit parallelus ipſi *o m*, hoc eſt, ipſis O N & L K; &, cum *l k* & L K ſint paralleli, erunt etiam *m l* & M L paralleli. Unde liquet propoſitum, quod quantitas Refractionis, ex aere in medium quodvis propoſitum, ſit eadem, ſive Radii immediate ingrediantur iſtud medium ex aere, (ut ſit ad *o m l*,) ſive prius permeent aliud medium interpoſitum & parallelis planis terminatum, (uti ſit ad O N M L,) & e contra. Atque idem intellige, cum, vice aeris, aliud quodpiam adhibetur medium. Quare, in *Fig.* 20., *Tab. V.*, cum paralleli Radii O X & O N incidant in Priſmata D F E & A C B ſimilia & ſimiliter poſita, Refractionis quantitas ex aere in aquam erit eadem, ſive Radii immediate intrent, ut videre eſt ad D E F, ſive prius permeent lamellam vitream A *d f* C; hoc eſt, Radius X Y ſemel refractus erit parallelus M L bis refracto; &, ob eandem rationem, cum X Y & M L ſint paralleli, Radii emergentes Y Z & K H erunt etiam paralleli. Quare, cum Radii incidentes & emergentes ſint paralleli, Refractio tota Priſmatis utriuſque erit eadem. Atque adeo, cum aqueum Priſma aeri contiguum, propter aquæ fluiditatem, fabricari nequeat, ejus vice liceat adhibere vitreum Priſma cum aqua repletum. Q. E. D.

Et ſic modus generalis, quo Refractiones ex aere in quælibet media propoſita determinentur, oſtenſus eſt; facillimus quidem & erroribus minime obnoxius; præſertim, ſi angulus Priſmatis ſit magnus & exacte cognitus, quadrans magnus & accuratus, & obſervatio facta longe poſt Priſma, ubi Colores multum dilatati facilius diſtinguuntur. Et præterea, cum Refractiones inter aerem & media propoſita ſic experientiis determinantur, indicata eſt regula, (§. XXXII.,) qua mediorum eorundem ſibi ipſis contiguorum Refractiones eliciantur. Quod ſatis eſt, in gratiam primi caſus, de Refractionibus dimetiendis, cum in eodem quopiam Radiorum genere proportio ſinus Incidentiæ & Refractionis quæritur, oſtendiſſe.

XXXVII.

XXXVII.

Radiorum diverſi generis Refractiones conferuntur, & maximæ Refrangibilitatis differentia inveſtigatur.

Proſequendus eſt jam alter caſus, ubi heterogeneorum Radiorum Refractiones conferendæ ſunt. Quod autem ſinus Refractionis cujuſque Radiorum generis ſit ad ſinum Incidentiæ in data quadam ratione, experiri poſſis dimetiendo Refractiones ſingulorum inſigniorum generum, juxta varias obliquitates in medium aliquod refringens ſeorſim incidentium, veluti in aquam (ad *Fig.* 15. *Tab. III.*) in vaſe ſtagnantem, vel in Priſmata vitrea, quorum diverſæ ſint quantitates angulorum verticalium. Nam, per unum Priſma proportiones ſinuum ad ſingula Radiorum genera inveſtigare poſſis, prout oſtenditur ad *Fig.* 16., *Tab. IV.*, deinde per alia Priſmata, (vel ejuſdem Priſmatis alios, ſeu minores, ſeu majores, angulos,) exquirere, an eædem proportiones in aliis obliquitatibus obveniant. Atque ita (obſervationibus accuratiſſime factis) ſimul conſtabit, Refractiones cujuſque generis Radiorum ſecundum certas rationes ſinuum peragi, & iſtorum ſinuum rationes innoteſcent. Impræſentia vero, cum eandem eſſe cujuſque Radii Refractionem cognoverim, ſive heterogeneis Radiis, (ut in Lumine Solis nondum refracto,) commiſtus incidat, ſive ab heterogeneis prius ſeparetur: oſtendam, quomodo per Refractionem immediati Luminis ſolaris hæ proportiones obtineri poſſint, imprimis determinando proportiones ſinuum Refractionis inter ſe reſpectu ejuſdem Incidentiæ, ac deinde cum communi ſinu Incidentiæ conferendo. Et, quoniam de intermediis Radiorum generibus facile eſſet judicium ferre, ſi modo Refractiones extremorum eſſent cognitæ, ſatisfecero, ſi Radios maxime omnium refrangibiles cum minime refrangibilibus comparavero. Itaque, in *Fig.* 21., *Tab. V.*, ſit A B C Priſma vitreum ita poſitum, ut Radii, tum ingredientes, tum egredientes, eandem quantitatem Refractionis, ut prius, patiantur. Dies autem ſeligatur ſplendidus, & cubiculum eſto valde obſcurum, ut Colores uſque ad ultima, quæ occupent, ſpatia diſtincte ſatis videri poſſint. Tunc ad diſtantiam viginti pedum, aut amplius a Priſmate, Radii excipiantur in papyrum aliquam directe obverſam, & ſpatii a Coloribus illuminati, (ut P T,) longitudo & latitudo menſuretur. Sic, Priſmate adhibito, cujus angulus verticalis A C B fuit *63* . 12′, & latitudine foraminis Radios intromittentis exiſtente quarta parte digiti, ad diſtantiam X P, vel X T, 22 pedum, inveni maximam longitudinem imaginis P T eſſe $13\frac{1}{4}$ dig., circiter, & latitudinem $2\frac{1}{8}$ dig. Jam, ſi latitudo hujus imaginis ab ejus longitudine ſubtrahatur, manebit $10\frac{1}{8}$ digiti pro longitudine, quam habere debuiſſet, ſi Solis diſcus, (& foraminis F diameter,) fuiſſet infinite parvus; hoc eſt, ſi Radii adveniſſent omnes in eadem recta O F. Iſta itaque linea $10\frac{1}{8}$ dig. ſubtendit angulum, quem Radii duo ſimiliter incidentes per inæqualitatem Refractionis conſtituunt, quorum alter maxime omnium ſimiliter incidentium, & alter minime omnium refringitur, qui proinde angulus ex calculo reperitur 2, 18′. Verum, cum angulus iſte bina Refractione ad X & Y conficiatur; & præterea, cum utraque ſupponatur æqualis, calculus ad hoc negotium ſatis accuratus ex unica tantum Refractione poterit inſtitui, puta, quæ conficitur ad latus B C. Etenim, ſi verticalis angulus A C B plano D C biſſecetur, & alterum Priſmatis dimidium D C B, vel D C A, concipiatur tolli, Refractio ad alterum dimidium facta, Radiis oblique incidentibus in A C, & perpendiculariter emergentibus e latere D C, vel perpendiculariter incidentibus in latus D C ſecundum unicam lineam quandam X Y, & oblique emergentibus e latere B C: Refractio, inquam, ſic ad alterum dimidium facta, foret ſemiſſis Refractionis ad integrum Priſma, ſi modo unicum quodpiam Radiorum mediocriter refrangibilium genus ſpectetur. Quinetiam, ſi cetera omnia Radiorum genera ſimul ſpectentur.

tur, aſſertio illa, licet non amplius ſit abſolute vera, tamen veritati tam proxime accedet, ut, quoad ſenſum & calculum mechanicum, pro vera habeatur. Quamobrem, cum Refractionis utriuſque ad X & Y peractæ computatio geometrica ægrius inſtitui poſſit, illud, more ad praxin magis accommodato utut mechanico, perficere non verebor; confiſus id mihi vitio verti non debere, ſi, dum computationes rebus phyſicis adhibeo, minutias, quæ operam moleſte & ſine fructu producerent, miſſas faciam. Refractionem itaque ex unica tantum parte Priſmatis perpendam; &, quoniam omnes Radii, demptis mediocriter refrangibilibus, a dimidio A C D bis deberent refringi, & ſemel tantum ab altero dimidio D C B, perpendiculariter ingreſſi latus planum DC ſecundum lineam X Y; itaque in dimidio D C B fiat calculus, hoc eſt, ad latus planum B C. Suppoſito, quod omnibus Radiis ſecundum eandem lineam X Y allapſis, angulus, quem maxime refrangibiles cum minime refrangibilibus, poſtquam refringerentur a latere B C, conſtituerent, foret dimidium anguli P Y T; hoc eſt, 1. 9′. Jam, cum angulus Incidentiæ Radii X Y, ex præmonſtratis, ſit 31. 36′.; & angulus Refractionis mediocris 54. 10′.; transferantur hæc omnia in *ſchema* 22. *Tab. V.* ponendo, quod C B ſit ſuperficies diſterminans medium vitreum verſus A, & aereum verſus F, & quod angulus Incidentiæ X Y H ſit 31. 36′.; eritque angulus Refractionis R Y F 54. 10′.; & angulus P Y T, 1. 9′ differentia nempe Refractionis inter maxime refrangibiles Y P, & minime refrangibiles Y T. Qui angulus a Radio Y R mediocriter refracto, & confinium cærulei & viridis occupante, biſſecatur. Ac proin angulus P Y R, vel R Y T, erit 34$\frac{1}{2}$ min., dimidium totius P Y T. Adeoque, angulus P Y E 54 grad. 44$\frac{1}{2}$ min., & angulus T Y E 53 grad. 35$\frac{1}{2}$ min., & eorum ſinus P G ac F T erunt 81656 & 80481, quorum proportione ad ſimpliciores numeros redacta, erit P G ad T F ut *69*$\frac{1}{2}$ ad *68*$\frac{1}{2}$, circiter. Ad hunc modum experimenta & calculum cum ſæpius inſtituerim, horum ſinuum proportiones inter terminos *67* ad *66*, & *72* ad *71*, ſemper obvenerunt; ſed, ut plurimum, incidi in proportiones *69* ad *68*, *69*$\frac{1}{2}$ ad *68*$\frac{1}{2}$, & 70 ad *69*, quarum tantilla eſt differentia, ut parvi intereſt quænam adhibeatur.

XXXVIII.

Illarum Refractionum ſinus ad communem ſinum Incidentiæ conferuntur.

Ratione ſinuum Refractionis pro extremis Radiorum ſimiliter incidentium generibus ſic inventa, eorum computatio ad ſinum Incidentiæ ſimul innoteſcit; quippe, qui paulo ante inventus eſt 52400, &, conferendo hunc 52400 ad ſinus 81656 & 80481, eorum ratio in minoribus numeris reperietur 44$\frac{1}{2}$ ad *69*$\frac{1}{2}$, & *68*$\frac{1}{2}$; aut 44$\frac{1}{4}$, ad *69*, & *68* fere. Refractionibus nempe ex vitro in aere peractis.

XXXIX.

Radiorum, ad oppoſitas partes ejuſdem refringentis ſuperficiei incidentium, ſinus ſunt reciproce proportionales.

Quod ſi Radii è contra ex aere in vitrum ſimiliter incidant; proportiones ſinuum nullo negotio ex jam inventis eruuntur, utpote quæ ſunt reciprocæ. Sit I communis ſinus incidentiæ e vitro in aerem; P ſinus Refractionis maxime refrangibilium Radiorum; R mediocriter refrangibilium; & T minime refrangibilium. Dico, quod ex horum reciproce proportionibus, (ſi $\frac{I}{I}$ ponatur eſſe ſinus Incidentiæ

ex

ex aere in vitrum,) erit $\frac{1}{P}$ ſinus Refractionis maxime refrangibilium Radiorum; $\frac{1}{R}$ ſinus Refractionis mediocriter refrangibilium; ac $\frac{1}{T}$ minime Refrangibilium. Nam, cum ſinus Incidentiæ Radii maxime refrangibilis e vitro in aerem ſit I, & ſinus Refractionis P, Radii ejus, ex aere in vitrum per eaſdem lineas retroacti, ſinus Incidentiæ erit P, & ſinus Refractionis I; ſiquidem jam Radius eſt incidens, qui prius fuerit refractus. Eſt ergo ſinus Incidentiæ Radii maxime refrangibilis, ex aere in vitrum utcunque incidentis, ad ſinum Refractionis, ut P ad I, hoc eſt, (applicando terminos rationis ad P,) ut 1 ad $\frac{I}{P}$; hoc eſt, (applicando ad I denuo) ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{P}$: Et ſimili argumento conſtabit ejuſmodi ſinus Radii mediocriter refrangibilis eſſe, ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{R}$; & ſinus minime refrangibilis, ut $\frac{1}{I}$ ad $\frac{1}{T}$. Liquet ergo, quod, poſito $\frac{1}{I}$ communi ſinu Incidentiæ, erunt $\frac{1}{P}$, $\frac{1}{R}$, & $\frac{1}{T}$, ſingulorum generum, reſpective, ſinus.

XL.

Illuſtratur Refractio vitri.

Rem numeris illuſtro. Cum $44\frac{1}{4}$ ad 69, & 68, ſit ratio ſinus communis Incidentiæ ad ſinus maxime diſcrepantium Refractionum e vitro in aerem: ſinus Incidentiæ communis, ad ſinum Refractionis ex aere in vitrum erit, ut $\frac{1}{44\frac{1}{4}}$ ad $\frac{1}{69}$, & $\frac{1}{68}$, ſive $\frac{69 \times 68}{44\frac{1}{4}}$ ($=$ 106 fere) ad 68, & 69. Hoc eſt, pro Radiis maxime refrangibilibus ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis ut 106 ad 68, & pro minime refrangibilibus, ut 106 ad 69.

XLI.

E Refractionibus extremorum generum facile eſt de intermediis conjecturam facere.

Hiſce ſic determinatis, rationes ſinuum pro Radiis intermediis facile determinantur ex cognitis Colorum diſtantiis, quas in imagine colorata obſervant. Sic, Radii, qui ad cæruleum paulo magis, quam ad flavum vergunt, cum in mediam imaginem cadant, intermediam rationem ſinuum $44\frac{1}{4}$ ad $68\frac{1}{2}$, vel 106 ad $68\frac{1}{2}$, circiter, habebunt, & ſic de aliis.

XLII.

THEOREMATE *oſtenditur, quomodo e Refractionibus Radiorum heterogeneorum ad vitrum, vel quodvis medium, inter ſe determinatis, poſſunt etiam ad alia quælibet media aeri contigua Refractiones, ſine novis experimentorum moleſtiis, inter ſe determinari.*

Ad eundem modum, quo Refractiones ad vitrum determinatæ ſunt, id ipſum poſſet fieri ad alia media; ſed e re erit, ut regulam jam oſtendam, qua Refractio-

num

num iſtarum menſuræ ex ſinubus earum, ſic ad vitrum determinatis, poſſunt determinari ad quodlibet aliud medium propoſitum; idque licet iſtud ſit alii medio, quam aeri contiguum. In *Fig.* 23. *Tab. V.* Sit A B ſuperficies terminans aerem ex parte F, & vitrum ex parte G; ad cujus aliquod punctum X ducatur linea F X G ei perpendiculariter inſiſtens; & præterea concipiatur rectam I X ad angulum I X A infinite parvum duci, ſecundum quam omnes omnium formarum Radii ſupponantur incidere, & in X refringi, puta, maxime refrangibiles verſus P, mediocriter refrangibiles verſus R, & minime refrangibiles verſus T, alioſque intermedios verſus intermedias plagas. Porro, ducatur linea quævis G H parallela ad lineam Incidentiæ I X, hoc eſt, perpendicularis ad F G; ea vero ſecet Radios in punctis P, R, & T, a quibus demittantur P C, R D, ac T E perpendiculares ad refringentem ſuperficiem A B. His ad vitrum ſic determinatis ac deſcriptis, ſi aliud quodvis medium in locum vitri jam concipiatur ſubſtitui, ceteris ſtantibus, & Radii alicujus mediocriter refrangibilis, ſecundum lineam I X incidentis ad X, refractus X *r* ducatur ſecans rectam D R in *r* (Quod fieri ſuppono, ſiquidem modum, quo mediocriter refrangibilium Refractiones ad media quælibet inveſtigari poſſunt, antehac expoſui) Dein per punctum *r* ducatur recta *p t* ſecans lineas C P, & E T, in *p*, & *t* perpendiculariter, junganturque *p* X, & *t* X. Dico, quod Radii maxime refrangibiles, ſecundum dictam lineam I X incidentes, refringentur in lineam X *p*, & minime refrangibiles in lineam X *t*, radiique, cujuſvis ſpeciei, quos vitrum refringebat, ad quodlibet punctum P T, illi ad correſpondens punctum rectæ *p t* per alterum dictum medium refringentur, quod pro vitro ſupponitur ſubſtitui; iſtis punctis linearum P T, & *p t* habitis pro correſpondentibus, per quæ recta quævis parallela ipſi D R tranſit. Patet itaque modus, quo Refractiones quorumvis Radiorum, ex aere in quodlibet medium propoſitum obliquitate maxima incidentium, determinari poterunt, cognita unici tantum Radiorum generis in iſtud medium Refractione; & proportionibus ſinuum ex obliquiſſima iſta Refractione determinatis, eorundem Radiorum Refractiones dabuntur ad quamlibet aliam datam Incidentiam.

XLIII.

De Theorematis illius certitudine.

Hujus quidem Theorematis certitudinem ab experimentis nondum habeo depromptam; ſed, cum a veritate vix multum diſcrepare videatur, nihil veritus ſum in præſentia gratis aſſumere. Poſthac forte, vel experientia confirmabo, vel, ſi falſum invenero, corrigam.

XLIV.

De proportione quarumdam linearum, quæ computo per hoc Theorema inſtituendo inſerviat.

Calculum quod attinet, is facile poteſt inſtitui ex hac proportionalitate, quod ſinus Incidentiæ Radii I X, (hoc eſt, ſinus 90 grad.,) ſit ad ſinum Refractionis, (puta, quæ facta ſit in lineam X R,) ſicut X R ad R G. Sic ad vitrum, erit X R. R G: : 106. $68\frac{1}{2}$, & X P. P G: : 106. 68, & X T. T G: : 106. 69; & inde deducetur, quod G P. G R. G T: : 39. $39\frac{1}{2}$. 40. Quæ proportiones ſemel inventæ poſſunt in eum finem aſſervari, ut earum ope Refractiones ad alia media, quam vitra, determinentur. Nam, quolibet medio propoſito, ſumatur X E $=$ 40, D E $= \frac{1}{2}$, & C D $= \frac{1}{2}$, atque perpendicula C P, D R, E T erigantur. Tunc, ex data ſinuum Refractionis Radiorum mediocriter refrangibilium proportione, hoc eſt, ex data proportione ipſius X *r* ad X D, dabitur punctum *r* & longitu-

do

do D *r*, cui æquales ſunt C *p* & E *t* : punctiſque *p* ac *t* ſic datis, dantur rationes ipſarum X *p* & X C, hoc eſt, ſinuum Incidentiæ & Refractionis pro Radiis maxime refrangibilibus; ut & rationes ipſarum X *t* & X E, hoc eſt, ſinuum Incidentiæ & Refractionis pro Radiis minime refrangibilibus. Sic, pro ſuperficie aquam & aerem diſterminante, ſinus iſti ſunt ut 68 ad 90, pro minime refrangibilibus; & ut 68 ad 91, pro maxime refrangibilibus, proxime.

XLV.

THEOREMA *aliud ad idem peragendum*.

Proportionibus linearum X C, X D, & X E ſic inventis, menſura Refractionum, ex aere in medium quodvis propoſitum & ad quamlibet Incidentiam factarum, per aliud inſuper Theorema non inelegans determinari poteſt. In linea F X, (*Fig.* 24. *Tab. VI.*) ad refringens planum A B perpendiculari, ſumatur punctum aliquod F, quod lucidum fingatur; ac ducatur quælibet F *d* ſecans A B in *d*, eaque concipiatur eſſe mediocriter refrangibilis Radius, cujus refractus ex aere in medium propoſitum eſto *d* M, qui retroductus ſecet F X in *f*. Porro fiat F *d*. F *e* : : X D. X E, (: : $39\frac{1}{2}$. 40;) & F *d*. F *c* : : X D. X C, (: : $39\frac{1}{2}$. 39;) centroque F, & intervallis F *e* & F *c* deſcribantur circuli ſecantes A B in *e* & *c*; junganturque F *e*, F *c*, *f e*, *f c*, & producantur *f e* & *f c* indefinite verſus N & L. Dico jam, ſi Radius minime refrangibilis incidat ſecundum lineam F *e*, quod iſte refringetur in lineam *e* N; & ſi maxime refrangibilis incidat ſecundum F *c*, quod iſte refringetur ſecundum *c* L; & ſic Radii quorumlibet intermediorum generum manentes a puncto F, & in puncta ſibi correſpondentia, inter *c* & *e*, incidentes, ita refringentur a medio propoſito, quaſi manaſſent omnes a puncto *f*; iſtis punctis inter C & E, atque *c* & *e*, habitis pro correſpondentibus, quorum diſtantiæ ab X & F reſpective, ſunt in eadem ratione cum D X & *d* F. Cujus Theorematis demonſtrationi præſternantur duo Lemmata ſequentia.

XLVI.

Ad ejus Theorematis demonſtrationem

L E M M A I.

Duobus punctis *c*, *d*, in linea quapiam A B, (*Fig.* 24. *Tab. VI.*) ſumptis; & aliis duobus *f*, & F, in ejus perpendiculo F X; junctiſque *f d*, F *d*, *f c*, & F *c*, differentia quadratorum a duobus *f d*, & F *d*, concurrentibus ad *d*, æquabitur differentiæ quadratorum ab aliis duobus *f c*, & F *c*, concurrentibus ad *c*. Nam, cum *f d* q = *f* X q + X *d* q; & F *d* q = F X q + X *d* q; erit differentia *f d* q − F *d* q = *f* X q − F X q; &, ob eandem rationem erit differentia *f c* q − F *c* q = *f* X q − F X q. Quare dictæ differentiæ, ſic æquales eidem tertio, ſunt æquales inter ſe. Q. E. D.

XLVII.

L E M M A II.

Si Radius aliquis F G, (*Fig.* 25. *Tab. VI.*) incidat in ſuperficiem A B, & refringatur verſus H; linea G H retroducta, ut ſecet perpendiculum F X in *f*, dico, quod *f* G ad F G eſt ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis. Et e contra, ſi *f* G ad F G ſit ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, erit *f* G H refractus ipſius

FG. Etenim ſumatur *f*K = FG, & demittatur KL perpendicularis ad FX; quo facto, cum angulus GFX æquetur angulo Incidentiæ, & angulus G*f*X angulo Refractionis, erit GX ſinus Incidentiæ, & KL ſinus Refractionis, (habito reſpectu ad circulum, cujus ſemidiameter ſit FG, vel *f*K,) ſed *f*G.*f*K : : GX.KL; hoc eſt, *f*G.FG : : GX.KL. Q.E.D.

XLVIII.

DEMONSTRATIO.

His præmiſſis, Theorema propoſitum ſic demonſtratur. In *Fig.* 24. *Tab. VI.* ducatur IX obliquiſſima linea, ſecundum quam Radii omnium formarum ex aere ad X incidere ponantur, & in medium propoſitum refringi; medioeriter refrangibiles verſus *r*; maxime refrangibiles verſus *p*; & minime refrangibiles verſus *t*; eoſque lineæ ad puncta D, C, & E normaliter erectæ ſecent in punctis *r*, *p*, ac *t*, ut explicabatur ad *Fig.* 23. Jam, cum iſtorum Radiorum ſinus Incidentiæ & Refractionis ſtatuantur eſſe, ut X*r* ad XD; X*p* ad XC; & X*t* ad XE, reſpective; ſi præterea demonſtratum fuerit, quod *fd* ad F*d*; *fc* ad F*c*; & *fc* ad F*c*, reſpective, ſint in eadem ratione, (hoc eſt, quod *fd*. F*d* : : X*r*. XD : : ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis Radiorum mediocriter refrangibilium; & *fc*.F*c* : : X*p*. XC : : ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis Radiorum, maxime refrangibilium,) conſtabit propoſitum ex Lemmate ſecundo. Et, mediocriter refrangibiles quod attinet, cum *fd* ſupponatur refractus ipſius F*d*, erit (per Lemma ſecundum) *fd* ad F*d*, ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, hoc eſt, ut X*r* ad XD. Sed eadem proportionalitas in ceteris Radiorum generibus jam demonſtranda proponitur, puta, quod ſit *fc*. F*c* : : X*p*. XC. Scilicet eſt F*c*. F*d* : : XC. XD; ut & F*d*.*fd* : : XD. X*r*, per hypotheſin. Quare, permutando & connectendo rationes æquales, eſt F*c*. XC : : F*d*. XD : : *fd*.X*r*; & quadrando F*c*q. XCq : : F*d*q. XDq : : *fd*q. X*r*q; diminuendoque per terminos æqualis rationis, F*c*q. XCq : : *fd*q — F*d*q, (ſive, per Lemma 1., *fc*q — F*c*q,) X*r*q — XDq; (ſive C*p*q); &, augendo per terminos æqualis rationis, F*c*q. XCq : : *fc*q. C*p*q + XCq (X*p*q); denique, terminorum radices extrahendo, permutandoque, eſt *fc*. F*c* : : X*p*. XC. Quare *fc*, ſive *c*L, eſt refractus ipſius F*c*, per Lemma ſecundum. Q.E.D.

Et eodem argumento patebit, quod *e*N ſit refractus Radii F*e*. Deque aliis Radiis, pro variis Refrangibilitatis gradibus intermedia ſpatia varie occupantibus, idem intelligendum eſt.

XLIX.

Heterogeneorum Refractiones, a ſuperficiebus aeri neutra ex parte contiguis, Theoremate *etiam determinantur.*

De Refractionibus ſuperficierum aeri contiguarum menſurandis hæc ſatis; quod ſi deſideretur id ipſum ad alias ſuperficies aeri ex parte neutra contiguas fieri, ſunto (in *Fig.* 26., *Tab. VI.*) ABbH, & *abnm*, duo quælibet media ſecundum planam ſuperficiem H*b* contigua, & aere circumdata; ſitque AB planum ipſi H*b* parallelum; & in eo ſumatur punctum X; ad quod ducatur XV perpendicularis, & IX obliquiſſima linea, ſecundum quam, (ut jam ante,) Radii omnium formarum incidant, &, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur ad P, R, & T, aliaque intermedia loca. Horum Radiorum, in propoſitam ſuperficiem *ab* ſic incidentium, Refractiones jam quærantur; &, cum Refractiones mediocriter refrangibilium ad quaslibet ſuperficies fuerint antehac expoſitæ, Radii XR ſit refractus RM, & is retroducatur, donec ſecet perpendiculum XV in *f*; & inſuper ducantur *f*P, *f*T,

& pro-

Digitized by Google

& producantur ad L & N. Dico, quod P L erit refractus ipſius X P, ac T N ipſius X T, atque omnes aliarum formarum Radii incidentes inter P ac T ita refringentur, ut poſtea divergant a puncto *f*. Concipiatur enim, quod medium *a b n m* longius, verſus *a m*, producitur quam medium A B *b* H, ita ut ejus plani *a* H *b* pars inter H & *a* ſit aeri contigua; & ad aliquod in eo punctum F ducatur perpendicularis F *g*, nec non obliquiſſima linea *i* F, ſecundum quam Radii omnium formarum incidant, &, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur ad *p*, *r*, *t*, locaque intermedia, perinde ut effectum erat ad alterius medii ſuperficiem A B. Præterea, ſumatur F D = G R, & ducatur D *r* ipſi F *g* parallela, ut ſecet Radium F *r* in *r*, unde *r g* demittatur ad F *g* normalis, alioſque Radios F *p* & F *t* ſecans in *p*, ac *t*. Jam, cum ſit *g r* = G R, erit etiam *g p* = G P, & *g t* = G T, ex oſtenſis ad *Fig.* 23.; & inſuper, ex oſtenſis ad *Fig.* 18, cum Radiorum ſecundum I X & *i* F lineas parallelas incidentium eadem ſit Refractio in medium *a b n m*; ſive immediate ingrediantur ex aere, ſicut fit ad F; ſive prius permeent aliud medium ut A B *b* H parallelis planis terminatum: ſequitur, quod Radii, alterutro modo refracti in dictum medium *a b n m*, ſunt paralleli Radiis homogeneis altero modo in idem medium refractis, hoc eſt, quod F *p* ad P L; F *r* ad R M, & F *t* ad T N ſunt paralleli. Quapropter, ſi refracti Radii P L, R M, ac T N retroducantur, donec ſinguli occurrunt perpendiculo G X, cum eo & baſibus G P, G R ac G T conſtituent triangula ſimilia triangulis *g p* F, *g r* F, & *g t* F, imo & ipſis æqualia, ſiquidem eorum baſes *g p* & G P; *g r* & G R; *g t* & G T ſibimet reſpective ſint æquales. Quare, cum horum triangulorum vertices conveniant ad idem punctum F, illorum etiam vertices ad idem aliquod punctum *f* convenient; hoc eſt, Radii P L, R M, ac T N, ipſorum X P, X R, & X T refracti, divergent omnes ab eodem puncto *f*. Q. E. D.

L.

Theorema *illud notis quibuſdam promovetur.*

Oſtenſo hoc, ſequentia obveniunt notanda. 1. Quod proportiones ſinuum Incidentiæ & Refractionis, ad ſuperficiem H *b* factæ, ex his facile determinantur. Nam, pro Radiis maxime refrangibilibus ſinus iſti ſunt ut *f* P ad P *x*, & pro minime refrangibilibus ut *f* T ad X T; &c.

2. Hinc, ſi proportiones ſinuum Refractionis ex aere in duo quælibet media propoſita, paribus Incidentiis, dentur; proportiones ſinuum Refractionis ex altero mediorum in alterum facile dabuntur; dividendo nempe ſinus poſterioris medii per correſpondentes ſinus anterioris. Sic, cum Refractio fit ex aere in vitrum, dicti ſinus ſunt ut 68, $68\frac{1}{2}$, 69; &, cum fit ex aere in aquam, ſunt ut 90, $90\frac{1}{2}$, 91. Ergo, cum fit ex aqua in vitrum, erunt, ut $\frac{68}{90}$, $\frac{68\frac{1}{2}}{90\frac{1}{2}}$, $\frac{69}{91}$, hoc eſt, ut 281, $281\frac{1}{2}$, 282, fere.

3. Si tertium aliquod medium aere denſius poſtponatur medio *a b n m*, contingens illud in ſuperficie *m n*, quæ concipiatur plana ipſiſque A B & *a b* parallela; & ſi Radii divergentes a puncto *f*, (ſicut modo oſtenſum erat,) in illud incidant ad puncta L, M, & N; poſtquam in iiſdem refringuntur, divergent rurſus ab alio quodam puncto *x*, quod ſitum eſt in perpendiculo X G. Et ſic præterea in infinitum, quotcunque licet media parallelis planis ab invicem diſcreta, ſeſe ordine ſequantur. Quod, ſi aer immediate ſuccedat medio *a b n m*, punctum iſtud *x*, a quo emergentes Radii tendunt, ſitum erit ad V in ipſa refringente ſuperficie, propterea quod emergent paralleli ad ſumme obliquam lineam I X, ſecundum quam primum incidebant ex aere; ſi modo emergere dicantur, qui nunquam divaricabant a refringenti ſuperficie.

4. Si Radii ab aliquo puncto F, in aere ſito, divergentes, tendant ad puncta *c*, *d*, *e*, eo more, quem ad *ſchema* 24 explicui; & per varia deinde plana refringentia ipſique A B parallela tranſeant, ſemper divergent omnes ab eodem aliquo puncto, quod ſitum eſt in perpendiculo planorum per punctum F tranſeunte, non ſecus, quam ſi incidiſſent in planum A B, advenientes in obliquiſſima linea I X; & longitudines Radiorum, punctis refringentibus dictoque perpendiculo interceptorum, ſunt ut ſinus Incidentiæ & Refractionis ad ſingula plana, quæ reſpiciunt. Quarum aſſertionum demonſtrationes, cum facile eruantur e prædictis, prætermitto, ne nimius in hac re videar.

PARS PRIOR.

SECTIO TERTIA.

De Planorum Refractionibus.

POſitis Refractionum legibus Radiorum per diverſa media trajectorum, affectiones aliæ jam tradendæ ſunt; & primo, Refractiones planorum, in gratiam doctrinæ de Coloribus poſt explicandæ, deſcribam; deinde ſphæricarum & aliarum ſuperficierum proprietates enarrabo, tum ut Colorum exinde ortorum phænomena detegantur, tum ut inſtrumentorum opticis uſibus inſervientium conſtructio rectius innoteſcat. Imprimis autem plani ſolitarii Refractiones, deinde planorum Refractiones iteratas conſiderabo.

De plani ſolitarii Refractionibus.

Quod ad Radios ejuſdem cujuſcunque generis attinet, paſſiones in Lectionibus Dris. *Barrovv* (his fundamentis; quod Radii Lucis in ſimilari medio directi ſunt; quod eorum Refractio fit in ſuperficie ad medii refringentis ſuperficiem perpendiculari; & quod ſinus Incidentiæ perpetuo ſunt proportionales ſinubus Refractionum in aliud medium ſimilare factarum) traduntur, & idcirco ſufficiet aliquas ſub forma lemmaticarum Propoſitionum ſine demonſtrationibus hic recenſuiſſe.

PROPOSITIO I.

* *Radii cujuſvis refracti incidens, incidentis viciſſim fit refractus.*

PROPOSITIO II.

* *Angulo Incidentiæ æquali æqualis, & majori major convenit, tum angulus Refractionis, tum refractus, & contra.*

PROPOSITIO III.

* *Incidentium Radiorum refractos exhibere.*

Inſtantiam in Radiis ad medium denſius e rariori divergentibus accipe.

In *Fig.* 27. *Tab. VI.* Sit F punctum Radios F R, F *r*, alioſque innumeros verſus refringentem ſuperficiem A R ejaculans; ſitque F A Radius perpendicularis, quem produc ad K, ut ſit A F ad A K, ſicut ſinus Refractionis ad ſinum Incidentiæ; & ad

* *Barrovu Lect. Opt.* L. III. Art. 3. * Ibid. Lect. III. Art. 4. & 6.

Digitized by Google

ad K erige perpendiculum K L. Quo facto, Radios quoslibet incidentes F R, F *r*, retrorſum produc, donec præfatæ K L occurrant in L & *l*; & in angulo F A R, inſcribe R D = R L, & *r d* = *r l*. Quibus verſus M & *m* productis, habebis refractos Radios R M, & *r m*; & eadem ratione refractos quamplurimos confeſtim duces.

PROPOSITIO IV.

Radium datæ rectæ parallelum deſignare, cujus refractus per datum punctum tranſibit.

In *Fig.* 28. *Tab. VI.* ſit A B ſuperficies refringens, M punctum datum, & G H recta, cui Radius incidens debet eſſe parallelus. Et imprimis Radii ſecundum G H incidentis duc refractum H I, per Prop. 111.; eique parallelum age M R; & F R, datæ G H parallele ductus, erit Radius incidens.

PROPOSITIO V.

Radium e dato puncto progredientem deſignare, cujus refractus evadet rectæ poſitione datæ parallelus.

Abſolvitur ad modum quartæ Propoſitionis, denominatione Radiorum (ſecundum Prop. 1.) permutata.

PROPOSITIO VI.

Radium e dato puncto F *procedentem deſignare, cujus refractus per aliud punctum datum* M *tranſibit.*

Per F & M, (*Fig.* 29. *Tab. VII.*) ducantur refringenti perpendiculares, &, Radio in medium denſius incidente,) fiat A E ad A F, ut ſinus Incidentiæ ad radicem differentiæ quadratorum a ſinubus Incidentiæ & Refractionis. Item, T ad M I, ut ſinus Refractionis ad eandem radicem. Anguloque A I M, per E tranſiens, ipſamque T adæquans, inſcribatur recta R H; & connectantur F R, R M, nam ipſæ F R, R M, erunt Radii quæſiti.

Cum Radius incidit in medium rarius, appellatione (ſecundum Prop. 1.) commutata, abſolvitur ut ante.

Ceterum, quo pacto data recta angulo recto interferenda ſit, quæ per punctum datum tranſibit, in *Lect.* V. Dris. * *Barrovv*, per hyperbolæ & circuli interſectionem, oſtenditur.

PROPOSITIO VII.

** *Radiorum ad planam ſuperficiem divergentium, parallelorum, vel convergentium, refracti, itidem divergent, paralleli erunt, vel convergent, & e contra.*

PROPOSITIO VIII.

Punctum, a quo refracti illi Radii divergunt, vel ad quod convergunt, invenire.

CASUS I.

Cum Radiorum definita ſit inclinatio, duc refractos per Prop. III. IV. V., vel VI, & interſectionem habebis.

C A-

* *Barrovv Lect. Opt.* L. IV. Art. 5.

* Art. 7. Sed idem D. *Barrovv* hoc fecit generalius & concinnius in *Lect. Geom.* L. VI. Art. 2. * * Ibid. L. IV. Art. 2. &c.

CASUS II.

At, cum inclinatio exiſtit quavis data indefinite minor, eodem recidit Problema, ac ſi punctum in Radio obliquo reſracto quæres, quod Radiorum alterutrinque jacentium interſectiones diſterminat & intercedit, quodque pro Radiationis centro, ſeu loco imaginis reſpectu oculi, per cujus pupillæ centrum Radius ille tranſigitur, haberi debet; ejus autem inventio ejuſmodi eſt. In *Fig.* 30. *Tab. VII.* ſit D R M reſractus cujuſvis incidentis F R N, ſitque F centrum Radiationis incidentium, (ſive divergentium, ſive convergentium) Radiorum; & F A, refringenti normaliter inſiſtens, ſecet R M in D. Jam, ab A demitte ad hos Radios perpendicula A G & A H; fac eſſe R F. R *f* : : F G. D H; & ipſius R M, aliorumque reſractorum proxime R M utrinque jacentium centrum radiationis erit *f*. *

SCHOLIUM.

Ceterum punctum hoc *f* Radiorum in plano F A R jacentium concurſus ſolummodo exiſtit; nam, aliorum extra planum F A R jacentium refracti, nec in puncto *f*, nec ullibi omnino Radium R *f* ſecabunt; ſi eos ſolummodo excipias, quorum incidentes jacent in ſuperficie conica, cujus axis eſt A F, vertex F, & ſemiangulus A F R; utpote, qui omnes præfatum R *f* in puncto D ſecabunt, quod in axe F A ſit poſitum. Et hujus itaque R *f* centra Radiationis præcipue ſunt duo, alterum *f*, a refractis jacentium in plano F A R effectum; & alterum F a refractis jacentium in conicis ſuperficiebus axe F A, anguliſque A F R, A D R deſcriptis. Ad reliquos autem Radios quod attinet, aliter circa F R quaquaverſum poſitos; eorum refracti maxime appropinquant Radio R *f*, alicubi inter D & *f*; adeo ut reſpectu Oculi, per cujus pupillæ centrum Radius R M tranſit, locus imaginis per totum ſpatium *f* D diffundi debeat: Vel potius, cum ſpatium *f* D ſit unici tantum puncti F imago, debemus unicum aliquod in eo punctum, quod omnis Lucis ab eo verſus Oculum pergentis meditullium occupet, inter puncta D & *f* in media, circiter, diſtantia interjacens, pro ſenſibili imagine ſtatuere. Puncti vero illius accurata determinatio, cum omnium Radiorum ab F verſus Oculi pupillam refractorum habenda ſit æſtimatio, Problema ſolutu difficillimum præbebit, niſi hypotheſi alicui, ſaltem veriſimili ſi non accurate verę, innitatur aſſertio. Quemadmodum, cum Radii æque multi a termino D aliiſque vicinis punctis, ac a termino *f* aliiſque punctis ſimiliter ſibi vicinis, verſus Oculum videantur profluere; locus imaginis ita debet in medio iſtorum terminorum ſtatui, ut angulus, quem Radii duo a D & *f* ad idem quodpiam pupillæ punctum convergentes includant, a Radio ab illo viſionis loco ad idem pupillæ punctum pergente, quam proxime ſemper biſſecetur. Qua hypotheſi admiſſa, nihil aliud agendum eſt, quam ut fiat M *f* + M D. M D : : *f* D. D Z; & erit Z locus viſionis puncti F quæſitus; poſito nempe quod M ſit locus Oculi. Nam, cum ponatur M *f* + M D. M D : : *f* D. D Z, erit diviſim M *f*. M D : : *f* Z. Z D; & proinde, ductis tribus lineis ab *f*, D, & Z, ad M, vel potius ad punctum quodpiam huic M indefinite vicinum, angulus, quem externæ duæ continent, ab interjacente linea (per 3. 6. Elem.) quam proxime ſemper biſſecabitur.

His paucis circa Radios homogeneos in gratiam ſequentium obiter notatis, ut eorum penitior cognitio habeatur, Lectiones, quas Vir Reverendus Dr. *Barrovv* de iiſdem fuſius compoſuit, conſulendas eſſe hortor; deque heterogeneis, ſive diſſimiliter refrangibilibus Radiis pergo actutum diſſerere.

* Vid. *Barrovv Lect. Opt.* L. V. Art. 15. &c.

PROPOSITIO IX.

E Radiis diverſi generis, a puncto lucido fluentibus, ſoli poſſunt ad focum, vel aliud commune punctum refringi, qui jacent in plano per utrumque punctum tranſeunte, & ad planum refringens perpendiculari.

Utpote, cum Radii cujuſque Refractio ſemper fiat in plano ad medii refringentis ſuperficiem perpendiculari, & ejuſmodi duo plana per utrunque punctum tranſire nequeant.

PROPOSITIO X.

E Radiis diverſorum generum a dato puncto fluentibus, quorum refracti ad aliud punctum datum convergunt, illi magis a linea recta, punctis concurſuum ſive Radiationum centris interjacente, divaricant, qui ſunt magis refrangibiles.

Sint F P *f* F Q *f* (*Fig.* 31. *Tab. VII.*) Radii diſſimiles hinc & inde convenientes in F & *f*; & manifeſtum eſt, quod non penitus coincident, quia ſic par eſſet Refractio, contra hypotheſin. Neque Radius magis refrangibilis poteſt eſſe rectæ F *f* propior. Sic enim, propter obliquitatem ex parte medii denſioris majorem, major eſſet ejus Refractio per Prop. II., & hypotheſin; hoc eſt, angulus F *p f* eſſet minor angulo F Q *f*, contra 21. 1. Elem. Reſtat itaque, ut ſit magis refrangibilis F P *f*, qui a recta F *f* magis divaricat.

LEMMA I.

Quatuor lineis G B, G C, G D, G E (Fig. 32. Tab. VII.) *a dato puncto* G *ad datam lineam* E B *ita ductis, ut ſit* G B. G C : : G D. G E; *Angulus* B G C, *quem minima* G B *cum alterutra intermediarum* G C *conſtituit, major eſt, quam angulus* D G E *ab altera intermedia* G D *& maxima* G E *conſtitutus.*

Nam, centro G, radio G E, deſcribatur circulus E K, & radius G K ducatur, conſtituens angulum D G K æqualem angulo B G C, & puncta K, D jungantur; eruntque triangula G D K, G C B ſimilia, propter æquales angulos ad G, & latera circa illos proportionalia: (6. 6. Elem. & Hypoth.) Nempe G B. G C : : G D. (G E) G K. Quare angulus K D G = ang. C B G. Sed ang. E D G (16. 1. Elem.) major eſt ang. C B G, ergo linea K D major eſt E D (7. 3. Elem.) & ang. K G D ſuperat ang. D G E (25. 1. Elem.) hoc eſt, ang. C G B major eſt ang. E G D. Q. E. D.

LEMMA II.

Poſitis iſtis angulis infinite parvis, ac G A *perpendiculari ad lineam* E B *demiſſa, erit ang.* E G D ad *ang.* C G B : : B A. D A.

A punctis enim B, & D, ad lineas G C, G E, demittantur normalia B R ac D *r*; & erunt anguli præfati ad ſe invicem ut eſt $\frac{Dr}{DG}$ ad $\frac{BR}{BG}$; * ponendo nempe lineas iſtas B R ac D *r* æquipollentes eſſe arcubus infinite parvis, quibus anguli iſti ſubtenduntur. Eſt autem B G. C G : : D G. E G, ex hypotheſi; & diviſim B G. C R : : D G. E *r*. Item, propter ſimilia triangula B A G, C R B; eſt B A. A G : :

C R.

* Anguli enim minimi, ad diverſorum circulorum centra, ſunt, ut chordæ angulos ſubtendentes directe, & ut circulorum radii inverſe.

Digitized by Google

CASUS II.

At, eum inclinatio exiſtit quavis data indefinite minor, eodem recidit Problema, ac ſi punctum in Radio obliquo refracto quæres, quod Radiorum alterutrinque jacentium interſectiones diſterminat & intercedit, quodque pro Radiationis centro, ſeu loco imaginis reſpectu oculi, per cujus pupillæ centrum Radius ille tranſigitur, haberi debet; ejus autem inventio ejuſmodi eſt. In *Fig.* 30. *Tab. VII.* ſit D R M refractus cujuſvis incidentis F R N, ſitque F centrum Radiationis incidentium, (ſive divergentium, ſive convergentium) Radiorum; & F A, refringenti normaliter inſiſtens, ſecet R M in D. Jam, ab A demitte ad hos Radios perpendicula A G & A H; fac eſſe R F. R *f*: : F G. D H; & ipſius R M, aliorumque refractorum proxime R M utrinque jacentium centrum radiationis erit *f*. *

SCHOLIUM.

Ceterum punctum hoc *f* Radiorum in plano F A R jacentium concurſus ſolummodo exiſtit; nam, aliorum extra planum F A R jacentium refracti, nec in puncto *f*, nec ullibi omnino Radium R *f* ſecabunt; ſi eos ſolummodo excipias, quorum incidentes jacent in ſuperficie conica, cujus axis eſt A F, vertex F, & ſemiangulus A F R; utpote, qui omnes præfatum R *f* in puncto D ſecabunt, quod in axe F A ſit poſitum. Et hujus itaque R *f* centra Radiationis præcipue ſunt duo, alterum *f*, a refractis jacentium in plano F A R effectum; & alterum F a refractis jacentium in conicis ſuperficiebus axe F A, anguliſque A F R, A D R deſcriptis. Ad reliquos autem Radios quod attinet, aliter circa F R quaquaverſum poſitos; eorum refracti maxime appropinquant Radio R *f*, alicubi inter D & *f*; adeo ut reſpectu Oculi, per cujus pupillæ centrum Radius R M tranſit, locus imaginis per totum ſpatium *f* D diffundi debeat: Vel potius, cum ſpatium *f* D ſit unici tantum puncti F imago, debemus unicum aliquod in eo punctum, quod omnis Lucis ab eo verſus Oculum pergentis meditullium occupet, inter puncta D & *f* in media, circiter, diſtantia interjacens, pro ſenſibili imagine ſtatuere. Puncti vero illius accurata determinatio, cum omnium Radiorum ab F verſus Oculi pupillam refractorum habenda ſit æſtimatio, Problema ſolutu difficillimum præbebit, niſi hypotheſi alicui, ſaltem veriſimili ſi non accurate veræ, innitatur aſſertio. Quemadmodum, cum Radii æque multi a termino D aliiſque vicinis punctis, ac a termino *f* aliiſque punctis ſimiliter ſibi vicinis, verſus Oculum videantur profluere; locus imaginis ita debet in medio iſtorum terminorum ſtatui, ut angulus, quem Radii duo a D & *f* ad idem quodpiam pupillæ punctum convergentes includant, a Radio ab illo viſionis loco ad idem pupillæ punctum pergente, quam proxime ſemper biſſecetur. Qua hypotheſi admiſſa, nihil aliud agendum eſt, quam ut fiat M *f* + M D. M D: : *f* D. D Z; & erit Z locus viſionis puncti F quæſitus; poſito nempe quod M ſit locus Oculi. Nam, cum ponatur M *f* + M D. M D: : *f* D. D Z, erit diviſim M *f*. M D: : *f* Z. Z D; & proinde, ductis tribus lineis ab *f*, D, & Z, ad M, vel potius ad punctum quodpiam huic M indefinite vicinum, angulus, quem externæ duæ continent, ab interjacente linea (per 3. 6. Elem.) quam proxime ſemper biſſecabitur.

His paucis circa Radios homogeneos in gratiam ſequentium obiter notatis, ut eorum penitior cognitio habeatur, Lectiones, quas Vir Reverendus Dr. *Barrovv* de iiſdem fuſius compoſuit, conſulendas eſſe hortor; deque heterogeneis, ſive diſſimiliter refrangibilibus Radiis pergo actutum diſſerere.

PRO-

* Vid. *Barrovv Lect. Opt.* L. V. Art. 15. &c.

PROPOSITIO IX.

E Radiis diverſi generis, a puncto lucido fluentibus, ſoli poſſunt ad focum, vel aliud commune punctum refringi, qui jacent in plano per utrumque punctum tranſeunte, & ad planum refringens perpendiculari.

Utpote, cum Radii cujuſque Refractio ſemper fiat in plano ad medii refringentis ſuperficiem perpendiculari, & ejuſmodi duo plana per utrunque punctum tranſire nequeant.

PROPOSITIO X.

E Radiis diverſorum generum a dato puncto fluentibus, quorum refracti ad aliud punctum datum convergunt, illi magis a linea recta, punctis concurſuum ſive Radiationum centris interjacente, divaricant, qui ſunt magis refrangibiles.

Sint F P *f* F Q *f* (*Fig.* 31. *Tab. VII.*) Radii diſſimiles hinc & inde convenientes in F & *f*; & manifeſtum eſt, quod non penitus coincident, quia ſic par eſſet Refractio, contra hypotheſin. Neque Radius magis refrangibilis poteſt eſſe rectæ F *f* propior. Sic enim, propter obliquitatem ex parte medii denſioris majorem, major eſſet ejus Refractio per Prop. II., & hypotheſin; hoc eſt, angulus F *p f* eſſet minor angulo F Q *f*, contra 21. 1. Elem. Reſtat itaque, ut ſit magis refrangibilis F P *f*, qui a recta F *f* magis divaricat.

LEMMA I.

Quatuor lineis GB, GC, GD, GE (Fig. 32. Tab. VII.) *a dato puncto* G *ad datam lineam* EB *ita ductis, ut ſit* GB. GC : : GD. GE; *Angulus* BGC, *quem minima* GB *cum alterutra intermediarum* GC *conſtituit, major eſt, quam angulus* DGE *ab altera intermedia* GD *& maxima* GE *conſtitutus.*

Nam, centro G, radio GE, deſcribatur circulus EK, & radius GK ducatur, conſtituens angulum DGK æqualem angulo BGC, & puncta K, D jungantur; eruntque triangula GDK, GCB ſimilia, propter æquales angulos ad G, & latera circa illos proportionalia: (6. 6. Elem. & Hypoth.) Nempe G B. G C : : G D. (GE) GK. Quare angulus KDG = ang. CBG. Sed ang. EDG (16. 1. Elem.) major eſt ang. CBG, ergo linea KD major eſt ED (7. 3. Elem.) & ang. KGD ſuperat ang. DGE (25. 1. Elem.) hoc eſt, ang. CGB major eſt ang. EGD. Q. E. D.

LEMMA II.

Poſitis iſtis angulis infinite parvis, ac G A *perpendiculari ad lineam* E B *demiſſa, erit ang.* EGD ad *ang.* CGB : : BA. DA.

A punctis enim B, & D, ad lineas G C, G E, demittantur normalia B R ac D *r*; & erunt anguli præfati ad ſe invicem ut eſt $\frac{Dr}{DG}$ ad $\frac{BR}{BG}$; * ponendo nempe lineas iſtas B R ac D *r* æquipollentes eſſe arcubus infinite parvis, quibus anguli iſti ſubtenduntur. Eſt autem B G. C G : : D G. E G, ex hypotheſi; & diviſim B G. CR : : DG. E*r*. Item, propter ſimilia triangula BAG, CRB; eſt BA. AG : : CR.

* **Anguli enim minimi, ad diverſorum circulorum centra, ſunt, ut chordæ angulos ſubtendentes directe, & ut circulorum radii inverſe.**

Digitized by Google

CR. BR ; & pari ratione, EA, vel DA. AG : : Er. Dr, ſive AG. DA : : Dr. Er. Quamobrem, addendo rationes æquales, eſt BA. AG + AG.DA (: : BA.DA) : : CR. RB + Dr. Er, (& permutatis terminis poſteriorum rationum,) : : CR. Er + Dr. BR, (& æquipollente ratione pro CR. Er ſubſtituta) : : BG. DG + Dr. BR (terminiſque ad invicem applicatis) : : $\frac{Dr}{DG}.\frac{BR}{BG}$. Eſt itaque BA. DA : : $\frac{Dr}{DG}.\frac{BR}{BG}$; hoc eſt, ut ang. EGD ad ang. CGB. Q.E.D.

PROPOSITIO XI.

Heterogeneis Radiis ſecundum eandem lineam incidentibus, quo obliquior eſt eorum Incidentia, ceteris paribus, eo major erit differentia Refractionis.

In *Fig.* 33. *Tab. VII.* ſit FG linea, ſecundum quam duo Radii incidunt, quorum unus maxime refrangibilis pergat verſus P, & minime refrangibilis verſus T; eritque angulus PGT differentia Refractionis. Item, eſto FH linea obliquior quam FG, & ſecundum hanc alii duo ejuſmodi Radii incidant, quorum maxime refrangibilis verſus *p*, & minime refrangibilis verſus *t* refringitur; & ſimiliter erit angulus *p*H*t* eorum differentia Refractionis. Dico jam, quod ſit angulus *p*H*t* major quam PGT. Demittatur enim FA ad refringens planum linea normalis, quæ refractos Radios retroactos ſecet in D, & E; L, & M; & ad hanc a puncto G ducantur duæ lineæ GB, GC, ipſis HL, HM, parallelæ. Jam, cum tres lineæ GF, GD, GE (ex natura Refractionis ante deſcripta §. XXV, XXVI & ſeq.) ſint in ratione data, & alteræ tres HF, HL, HM in eadem ratione, proportionales erunt HL. HM : : GD. GE; ſed eſt HL. HM : : GB. GC, propter triangula ſimilia LMH & BCG. Quare, GB. GC : : GD. GE. adeoque angulus BGC eſt major ang. DGE, per Lemma 1, hoc eſt, ang. LHM ſuperat ang. DGE, ſive ang. *p*H*t* eſt major ang. PGT. Q.E.D.

Ceterum, ut de mutuis angulorum PGT & *p*H*t* (in *Fig.* 33. *Tab. VII.*) proportionibus habeatur plenior determinatio, dico præterea, quod ſunt inter ſe, quam proxime, ut lineæ AB & AD; ſegmenta nempe baſium triangulorum æquealtorum, quorum alterum EGD conſtituitur a Radiis GP, ac GT, cum perpendiculo AF concurrentibus, & alterum CGB ſit ſimile triangulo MHL a Radiis H*p* & H*t* ſimiliter conſtituto. Nam, anguli EGD & CGB, ſi eſſent infinite parvi, forent inter ſe ut AB ad AD, per Lem. II. At iſti, ex hypotheſi, ſunt æquales angulis PGT, & *p*H*t*. Quare etiam illi PGT & *p*H*t*, modo eſſent infinite parvi, forent itidem ut AB ad AD; & pari ratione conſtat, quod ſunt, quam proxime, ut AC ad AE. Scilicet eorum ratio has duas rationes ſemper intercedit, & ideo veritatem adhuc propius aſſequemur adhibendo rationem intermediam. Nempe, quod eſt PGT ad *p*H*t* ut AB + AC ad AD + AE, vel ut $\sqrt{AB \times AC}$ ad $\sqrt{AD \times AE}$, proxime.

PROPOSITIO XII.

Radios diverſorum generum a dato puncto profluos deſignare, quorum refracti per aliud punctum datum tranſibunt.

Cum punctorum alterutrum infinite diſtat, ut Radii ex ea parte exiſtant paralleli; res per Prop. IV., & V. abſolvitur, & per Prop. VI. cum utrumque infinite diſtat.

SCHO-

SCHOLIUM.

E re erit, ut oſtendam, quomodo ex data alicujus Radii poſitione, ceteri omnes expeditius determinentur.

CASUS I.

Sint in *Fig.* 34. *Tab. VIII.* FT, FR, FP, Radii ab F prodeuntes, quorum refracti TO, RM, PK paralleli ſunt futuri. Et Radii FT eſto ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, ſicut *I* ad *T*, quemadmodum & Radiorum FR, & FP ſinus iſti ſicut *I* ad *R* & *P*. Jam, ut, horum quovis FT poſitione dato, ceteri confeſtim deſignentur, demitte FA refringenti normalem, & in angulo FAT inſcribe TE, TD, hac lege, ut ſit *T.R.P*:: TF. TE. TD; & ipſis TE, TD age parallelas FR, FP. Dico factum. Scilicet, refractis TO, RM cum perpendiculo DA occurrentibus in G, & H, erit *I. T*:: TG. TF; & præterea, cum ſit *T.R*:: TF. TE (hyp.), erit ex æquo *I. R*:: TG. TE. Sed eſt *I. R*:: RH. RF, ergo TG. TE:: RH. RF; atque adeo, cum TE, & RF parallelæ ſint (ex hyp.), erunt etiam TG & RH parallelæ. Q. E. O. Deque Radii PK paralleliſmo conſimile eſt ratiocinium.

CASUS II.

Si parallelis incidentibus refracti ad datum punctum convergant, propoſitum nihil ſecus exſequaris, ut e Prop. I. patet.

CASUS III.

Denique ſi divergant incidentes, & refracti convergant, Problema ſolidum eſt, ſed ad planum quodammodo reducitur, fingendo differentiam Refrangibilitatis infinite parvam eſſe; quæ cum ſemper ſit admodum exigua, ſolutionem ex iſta hypotheſi haud gravatim exhibebo.

Pone FRX (*Fig.* 35. *Tab. VIII.*) Radium eſſe poſitione datum, & Radios FPX, FTX, (quorum datę ſunt ſinuum Incidentiæ & Refractionis rationes,) punctis F, & X interferendos eſſe. Jam, alios etiam Radios, æque refrangibiles ac Radios FP, FT, finge ſecundum lineam FR incidere, & refractos eorum RO, RK (ope Prop. tertiæ) deſcribe, centraque Radiationum Y & Z (per Prop. VIII.) quære; ac junge YX ac ZX refringenti occurrentes in P ac T. Dico factum. Nempe FPX, FTX eſſe Radios, quos oportuit deſignare. Nam, cum, ex hypotheſi, differentia Refrangibilitatis, adeoque diſtantia punctorum T, R, & P, ſit indefinite parva, conſtat homogeneos Radios RO, PX, ſibi mutuo viciniſſimos eſſe, & inde ab eodem Radiationis puncto Y divergere; recte itaque determinavi Radium PX per Radii RO centrum Radiationis tranſiturum eſſe; deque Radio TX par eſt ratio.

Verum enimvero, cum anguli PXT determinatio eo ſpectet, ut noſcatur, quanta ſit objectorum mediante Refractione viſorum, propter inæquabiles abſimilium Radiorum Refractiones, confuſio, perque quantum ſpatium Colores inde emergentes extendantur, quemadmodum pateat, concipiendo F eſſe punctum lucidum, quod Oculo in X conſtituto per totum angulare ſpatium PXT, quod Radiis PX ac TX maxime minimeque omnium refrangibilibus comprehenditur, dilatum ac diffuſum appareat; de magnitudine ejus paucula adjiciam. Finge lineam curvam Y *ſ* Z deſcriptam eſſe, in qua Radiationum centra Radiorum omnigenorum jacent, ſecundum lineam FR incidentium, & ita refractorum in puncto R, ut per totum angulum KRO divaricent; & iſta curva non male aſſimilabitur obje-

Digitized by Google

cto lucido, cujus angulus viſibilis, ſive apparens magnitudo, ad Oculum in X ſitum, ſit YXZ, ac diſtantia ab eodem Oculo ad meditullium ejus æſtimata fX. Et hinc conſectatur,

1. Quod, (cum rei viſibilis apparens magnitudo pene ſit reciproce ut diſtantia ejus,) ſtante puncto F, & puncto X in linea RX ubicunque ſumpto, angulus PXT, ſive YXZ, pene erit reciproce ut longitudo fX. Et hinc, intervallo RX diminuto, angulus PXT augetur, ejuſque quantitas in qualibet puncti X diſtantia dabitur, ſi modo data fuerit unquam in quapiam diſtantia.

2. Quinetiam angulo ORK cognito, cognoſcitur angulus quilibet PXT, ſumendo eum in ratione ad ORK, quam habet Rf ad Xf; quippe cum YRZ, (cui ORK æquatur,) ſit objecti YfZ in diſtantia fR apparens magnitudo.

3. Cum itaque angulus ORK, pro qualibet obliquitate Radiorum juxta RF incidentium, ſupra in Schol. ad Prop. XI. determinatus habeatur, & punctum f haud difficile inveniatur; faciendo, juxta Prop. VIII. *, ut ſit RF. Rf :: $\frac{AFq}{RF}$. $\frac{ADq}{RD}$, ſatis conſtat anguli PXT inventio.

4. At ex abundanti ſubnoto prædictam curvam YfZ, in qua Radiorum omnis generis, in puncto R refractorum, Radiationum centra locantur, eſſe Ciſſoidem vulgarem, ſive *Diocleam*, circulo accommodatam, cujus diameter RE ſit ad AR ut RFq ad FAq. Nam, ſuper diametro RE deſcripto circulo iſto RCE, agatur quævis recta fBC normalis ad RE, circuloque in C, & curva in f terminata. Et, propter analoga latera ſimilium triangulorum RAD, RBf, erit ADq. AR x DR :: Bfq. BR x fR; &, applicando poſteriorem rationem ad BR, fiet ADq. AR x DR :: $\frac{Bfq}{BR}$. fR; rurſuſque ducendo conſequentes rationum in Rf, & applicando ad AR, oritur, ADq. DR x Rf :: $\frac{Bfq}{BR}$. $\frac{Rfq}{AR}$. Eſt autem $\frac{AFq}{FR}$. $\frac{ADq}{DR}$ :: RF. Rf, ut prius; &, conſequentibus in DR, & antecedentibus in FR ductis, oritur AFq. ADq :: FRq. DR x Rf; & viciſſim AFq. FRq :: ADq. DR x Rf. Quamobrem, rationes eidem tertiæ congruentes connectendo, habebitur $\frac{Bfq}{BR}$. $\frac{Rfq}{AR}$ :: AFq. FRq; ducendoque antecedentes rationum in BR, & conſequentes in AR, prodibit Bfq. Rfq :: AFq x BR. FRq x AR; & inſuper applicando poſteriorem rationem ad AFq, fiet Bfq. Rfq :: BR. $\frac{FRq \times AR}{AFq}$. Sed, cum poſuerim RE. AR :: ERq. AFq, erit $\frac{FRq \times AR}{AFq}$ — RE, & proinde Bfq. Rfq :: BR. RE, ac diviſim Bfq. $Rfq - Bfq$ (BRq) :: BR. BE. Atqui, ex natura circuli, eſt BC media proportionalis inter BR & BE, adeoque eſt BR. BE :: BRq. BCq; & proinde Bfq. BRq :: BRq. BCq, ſive Bf. BR :: BR. BC; quod indicat curvam eſſe Ciſſoidem, ſicut oſtendendum propoſui.

Refractionibus ad ſuperficiem, data duo media diſterminantem, tranſactis, ad explorandum quid, ex aucta alterius medii raritate, vel denſitate, conſequitur, ſive, ad diverſorum mediorum effectus inter ſe conferendum, jam animum adjicio.

LEM-

* Prop. 8. (*Fig.* 30.) habuimus RF. Rf :: FG. DH. ſed (per prop. 8. lib. 6. Euclid.) ut triangula FRA & FGA, ita triangula DRA & DHA ſimilia ſunt; unde eſt FG $= \frac{AFq}{RF}$, & DH $= \frac{ADq}{RD}$. Ideoque erit RF. Rf :: $\frac{AFq}{RF}$. $\frac{ADq}{RD}$, quod hic aſſeritur.

Digitized by Google

LEMMA III.

Si a duobus punctis D, G, (Fig. 36. Tab. VIII.) *in linea quapiam* A D *ſitis, ad alia duo puncta* L, N *in ejus perpendiculo ſita, ducantur quatuor rectæ* DN, DL, GN, GL, *ratio ductarum ad punctum remotius* N *magis accedit ad æqualitatem, quam ratio ductarum ad vicinius punctum* L, *ſive eſt* GN. DN in majore ratione, quam GL. DL.

Sit enim GN. DN :: GL. R; & erit GNq. DNq :: GLq. Rq :: GNq — GLq. DNq — Rq. Quare, cum ſit DN major GN, ſive DNq. major GNq, erit DNq — Rq major quam GNq — GLq. Verum eſt GNq — GLq = DNq — DLq, (§. XLVI.;) & ideo DNq — Rq major quam DNq — DLq, hoc eſt, DLq ſuperat Rq, ſive DL ſuperat R. Atque adeo, cum ſupponatur GN. DN :: GL. R, erit GN. DN in ratione majore, quam GL. DL. Q. E. D.

PROPOSITIO XIII.

Poſito Radiorum diverſi generis communi ſinu Incidentiæ, quo magis diverſa eſt mediorum denſitas, eo major erit inæqualitas rationis ſinuum Refractionis.

In *Fig. 37. Tab. IX.* ſit F*c* Radius e minime refrangibilibus, utcunque in ſuperficiem A*c* incidentibus, ſitque refractus ejus *cl*, qui retroactus ſecet perpendiculum FA in *f*. Dein capiatur A*e*, ut ſit F*e* ad F*c* in data quadam ratione, qualem antea deſcripſimus, (§. XLIV., XLV., & XLIX.:) hac ſcilicet conditione, ut, habito F*e* pro Radio maxime refrangibili, refractus ejus ab eodem puncto *f* divergat. Facto hoc, ſi pro poſteriori medio aliud utcunque denſum, rarumve, ſubſtituatur, ejuſmodi duo Radii ſecundum eaſdem rectas F*e*, F*c* incidentes, ſemper debent ita refringi, ut ab eodem aliquo perpendiculi iſtius puncto ſimiliter divergant, (§. XLV., & XLIX.:) quemadmodum a *g* verſus l & n; poſito, quod hoc medium poſterius ſit denſitatis ab anteriori magis diverſæ, quam alterum poſterius medium, quod efficiebat divergentes a *f*. Oſtendendum eſt itaque, quod major ſit inæqualitas rationis ſinuum Refractionis in poſteriori, quam in priori caſu. Scilicet, Radii F*cl* ſinus Incidentiæ eſt ad ſinum Refractionis, ut *fc* ad F*c*, (§. XLVII.) hoc eſt, ut 1 ad $\frac{Fc}{fe}$. Et ſic Radii F*en* ſinus iſti ſunt ut 1 ad $\frac{Fe}{fe}$, quare ſinus Refractionum eorundem Radiorum ſunt inter ſe ut $\frac{Fc}{fe}$ ad $\frac{Fe}{fe}$. Et ſimili diſcurſu conſtabit, quod Radiorum *c*l, *e*n, refractorum conſimiles Refractionum ſinus ſunt ut $\frac{Fc}{gc}$ ad $\frac{Fe}{ge}$. Reſtat itaque probandum, quod inter $\frac{Fc}{gc}$ & $\frac{Fe}{ge}$ major ſit diſproportio, quam inter $\frac{Fc}{fc}$ & $\frac{Fc}{fe}$; hoc eſt, (cum ſit $\frac{Fe}{fe}$ major quam $\frac{Fc}{gc}$ per Lem. III,) probandum reſtat, quod ſit $\frac{Fe}{ge}$, $\frac{Fe}{gc}$ major quam $\frac{Fe}{fe}$, $\frac{Fe}{fc}$. Scilicet eſt, *ge*.*fe* minor quam *gc*.*fc*, per Lem. III; &, ſumendo reciproca rationum, erit $\frac{1}{ge} . \frac{1}{fe}$ major quam $\frac{1}{ge} . \frac{1}{fc}$; ducendoque priorem rationem in F*e*, & poſteriorem in F*c*, orietur $\frac{Fe}{gc} . \frac{Fe}{fe}$ major quam $\frac{Fc}{gc} . \frac{Fc}{fc}$, & viciſſim $\frac{Fe}{ge} . \frac{Fc}{gc}$ major quam $\frac{Fe}{fe} . \frac{Fc}{fc}$. Q. E. D.

 SCHO-

SCHOLIUM.

Demonſtratio perinde ſe habet in literis majuſculis, (quibus Refractiones deſignavi, cum poſterius medium ſit anteriori rarius) ſi modo, vice majoritatis ubique ſubintelligatur minoritas, & majoritas vice minoritatis. Notabis inſuper, quod in hac Demonſtratione poſui, denſitatem poſterioris tantum medii variatam eſſe; ſed eodem recidit, ſi anteriora media ſucceſſive varia adhiberi, poſteriori non mutato, ſive, (quod tantundem eſt,) ſi Refractiones e poſteriori medio in anterius viciſſim peragi concipias. Siquidem, Radiis in ſuperficiem alterutrinque incidentibus, conſimiles ſunt ſinuum rationes. Ceterum, de exacta horum ſinuum pro quibuslibet propoſitis mediis ratione inveſtiganda diſſerui ante, & Propoſitionem haud attigiſſem, ſi non exegiſſet Prop. XV. mox tradenda.

LEMMA IV.

Centro A, *diſtantia quavis* AD, in Fig. 38. Tab. IX., *deſcribatur circulus* DG*g*; *deinde centro quolibet* C, *diſtantia* AC, *deſcribatur alius circulus ſecans rectam* AD *in* B, *& circulum prius deſcriptum in* G. *Tum arcus* BG *biſſecetur in* F, *&* FK *demittatur ad* BD *perpendicularis. His ita conſtitutis, dico, quod* FK *ſic perpendiculariter demiſſa dictam* BD *biſſecabit.*

Junctis enim AF, AG, BF, FG, & FD. In triangulis AFG, & AFD, anguli ad A ſunt æquales, propter æquales arcus BF, FG, quibus ſubtenduntur; item latera, circa iſtos angulos, AD, & AG ſunt æqualia, quippe radii ejuſdem circuli; & aliud latus AF habent commune; quare etiam tertia latera FG & FD ſunt æqualia. Sed, eſt BF æqualis FG, propter æqualitatem arcuum, quos ſubtendunt; adeoque FB = FD, & triangulum FKB = triangulo FKD, & inde BK = KD.

COROLL. I.

Hinc recta KF, quæ biſſecat BD, inſiſtens ei normaliter, biſſecabit etiam arcus BG circulorum omnium per data duo puncta A & B tranſeuntium, & alicubi in G ſecantium datum circulum DG centro A intervallo AD deſcriptum. Imo, & biſſecabit arcus BG*g* in altero interſectionis puncto *f*.

COROLL. II.

Idem eveniet, cum A & B coincidunt; hoc eſt, cum circuli AFG tangunt rectam AD in puncto AB. Poteſt etiam B ſumi ad alteras partes ipſius A. In tranſcurſu etiam notetur, quod anguli BFK, BGD, quos circulus ABF cum recta FK & arcu GD efficit, ſint æquales.

LEMMA V.

Lineis quatuor A*b*, AB, A*c*, AG (Fig. 39. Tab. IX.) *circulo alicui ab eodem circumferentiæ puncto ita inſcriptis, ut ſit* A*b*. AB : : A*c*. AG, *quarum omnium* A*b* *ſit minima; Dico angulum* BAG *majorem eſſe angulo* *b*A*c*.

Deſcribatur enim alius circulus AB*g*, ſecans priorem in punctis A & B, cujus diameter ſit ad ejus ABG diametrum ſicut AB ad A*b*, centris utriſque ad eaſdem partes ipſius AB jacentibus. Dein, centro A, diſtantia AG, deſcribe tertium circulum GH ſecundo occurrentem in *g*; & iſtud *g*, ex conſtructione jacebit alicubi inter G & H; atque adeo, ſi A*g* ducatur, erit angulus BAG major angulo BA*g*. Eſt autem angulus BA*g* = angulo *b*A*c*, propterea quod AB & A*g* ſimiliter in-

inſcriptæ ſunt circulo A B *g*, ac A *b* & A *c* ipſi A *b c*, habentes nempe eaſdem rationes & inter ſe, (A *b*. A *c* :: AB. AG, vel A *g*.) & ad diametros circulorum, quibus inſcribuntur. Cum ergo ſit BAG major quam BA*g* = *b*A*c*, erit BAG major quam *b*A*c*. Q. E. D.

COROLL. I.

Hinc in eodem quovis Radiorum genere, quo major eſt Refractio, eo major erit angulus refractus. In (*Fig.* 27. *Tab. VI.*) ubi eſt FR. RD :: F*r*. *rd*, erit angulus F*rd* major ang. FRD. *

COROLL. II.

Hinc etiam, ſi ſit AG. AB in majore ratione, quam A *c*. A *b*. multo magis erit angulus BAG major *b*A*c*. Hoc eſt in genere, quo majores ſunt ſubtenſæ, & ſimul, quo major eſt inæqualitas rationis earum, eo major erit differentia angulorum, quos ſubtendunt. Atque idem de ſinubus & eorum angulis, utpote ſubtenſarum & eorum angulorum dimidiis, intellige.

LEMMA VI.

Inſuper ſi arcus cd (Fig. 39. Tab. IX.) *ipſi bc capiatur æqualis, &* AD *inſcribatur circulo* ABD, *quæ ſit ad* A *d ſicut* AG *ad* A *c*, *ceteris ſtantibus; dico, quod arcus* DG *erit arcu* GB *major*.

Nam, centro A, radio AD, deſcribe circulum DKE, circulo A B *g* occurrentem in K, & rectæ A B in E; & AK ducatur. Jam, cum AK, A *g*, & AB circulo A B *g* K ſimiliter inſcribantur, atque A *d*, A *c*, & A *b* ipſi A *b c*, erit arcus *g* K = arcui B *g*; quare, demiſſa *g* L ad B E perpendiculari, & producta donec ſecet arcum BD in F, iſta *g* L, per Lem. IV. biſſecabit tum rectam BE, tum arcum DB. At, quoniam *g* F, ex conſtructione, jacet extra circulum *g* G, punctum F cadet inter G & D. Quare DG major DF, ſive major FB, & multo magis major GB. Q. E. D.

COROLL. I.

Hinc, ſi arcus *bd*, non tantum duabus, ſed quotcunque partibus æqualibus conſtet, correſpondentes partes arcus *b*D, a termino *b* ad terminum D, ſeſe gradatim ſuperabunt longitudine. Adeoque, ſi arcus *bc* ad arcum *cd* habeat quamcumque rationem commenſurabilem, erit arcus G D ad arc. B G in majore ratione, quam arc. *cd* ad arc. *bc*; ſiquidem, numeris æqualium partium menſurantium arcus *bc* & *cd* correſpondent conſimiles numeri partium inæqualium conſtituentium arcus B G ac G D, quarum illæ in G D ſunt omnes parte maxima ipſius B G majores. Quinetiam, ſi *bc* ad *cd* habeat quamcunque rationem incommenſurabilem, erit itidem GD. BG in majore ratione, quam *cd*. *bc*. Nam, rationum ſimilitudines, quæ quantitatibus commenſurabilibus conveniunt indefinite, eo nomine conveniunt etiam incommenſurabilibus ſimiliter affectis, quemadmodum ex Euclidea definitione ſimilium rationum oſtendi poteſt. Sed facilius deprehenditur imaginando quantitates, quas vocant incommenſurabiles, poſſe numerari per partes indefinite parvas, & ſic ad naturam commenſurabilium, præſertim quoad rationum habitudines, quodammodo reduci.

Con-

* Si enim (*Fig.* 39. 27.) A *b* & A *c* ſinus deſignant anguli refracti & incidentiæ in radio lucis minus obliquo, ut FR; AB & AG hos deſignabunt in radio obliquiori, ut F*r*, quoniam ex hypotheſi eſt A *b*. A *c* :: AB. AG; & anguli BA*c*, BAG æquales erunt angulis refractis FRD, F*rd*. Quoniam vero eſt BAG major *b*A*c*, erit F*rd* major FRD. Vide *Barrow.* Lect. Opt. Lect. III. n. 6.

Digitized by Google

Concipias itaque arcum *bc* in æquales & indefinite multas partes dividi, & ejuſmodi tot ſumi, quæ minus quam una parte, (hoc eſt, indefinite parum,) differunt ab arcu *cd*, atque adeo ipſi, pro more conſueto, cenſeantur æquales; concipe etiam B D in partes æquales, ut ante definivi, correſpondentes partibus ipſius *bd* dividi, & propter tot inæquales partes, majores quidem in G D & minores in B G, quot ſunt æquales in *e d* & *b e*; erit G D. B G in majore ratione quam *e d. b e*.

COROLL. II.

Hinc præterea, componendo, ſequitur, eſſe BD. BG in majore ratione quam *bd. bc*, nec non GD. B D majorem habere rationem, quam *cd. bd*.

COROLL. III.

Conſectatur denique, quod, ductis utcunque partibus ſubtenſis A*b*, A*c*, A*d*, A*e*, in *Fig.* 40., *Tab. IX.*, & aliis quatuor AB, AG, AD, AE, quarum ſingulæ ad priorum ſingulas eandem rationem obſervant, (nempe, A B. A*b*:: AG. A*c*:: AD. A*d*:: AE. A*e*,) ſi A E ſit omnium maxima, & A *b* minima, erit arcus ED ad arc. G B in majore ratione quam arc. *ed* ad arc. *cb*. Nam, per Corol. I. hujus, eſt ED. DG in majore ratione quam *ed. de*, & DG. GB in majore ratione quam *de. cb*, & multo magis ED. GB in majore ratione quam *ed. cb*. Haud ſecus patet eſſe arcum EG ad arc. DB in majore ratione quam arc. *ec* ad arc. *db*, ſcilicet, ex Corol. II. hujus, eſt EG. DG in majore ratione quam *ec. dc*, ac DG. DB in majore ratione quam *dc. db*, & multo magis E G. D B in majore ratione quam *ec. db*. Deuique, quæ de ſubtenſis & earum arcubus dicta ſunt, poſſunt etiam de ſinubus & eorum arcubus, aut angulis intelligi.

PROPOSITIO XIV.

Heterogeneis Radiis e denſiori medio in rarius ſecundum eandem datam lineam in ſuperficiem poſitione datam incidentibus, quo rarius ſit medium, in quod Radii refringuntur, eo major erit differentia Refractionis.

Sit in *Fig.* 41. *Tab. IX.* FL linea, ſecundum quam duo Radii incidunt in ſuperficiem A L, quorum maxime refrangibilis refringatur ad P, & minime refrangibilis ad T. Dico, quod, ſi medium rarius foret adhuc magis rarum, ut refringeret maxime refrangibilem Radium ad *p*, & minime refrangibilem ad *t*, tunc angulus *p* L *t* foret major angulo P L T. Demittatur enim F A ad refringentem ſuperficiem normalis, quæ ſecet refractos Radios retrorſum ductos in G, C, D, & E. Deinde, in refringente ſuperficie quæratur tale punctum N, ut ſit F N. DN:: F L. EL; ac DN productus erit refractus Radii minime refrangibilis incidentis ab F ad N, (§. XLVII.). Jam, cum talis ſupponatur poſitio F L & F N, ut Radii maxime refrangibilis ſecundum F L, & minime refrangibilis ſecundum F N incidentis, refracti DL ac DN divergant a puncto D; quod ſitum eſt in perpendiculo F A, ea de cauſa, licet raritas medii, in quod Refractio peragitur, foret alia quam ſupponitur, tamen ejuſmodi Radiorum ſecundum eaſdem lineas FN & FL incidentium refracti ſemper divergerent ab aliquo puncto, quod in eadem F A ſit poſitum, quemadmodum in præcedentibus oſtenſum eſt, (§. XLIX.); ſic, cum raritas dicti medii talis eſſe ſupponitur, ut maxime refrangibilis Radius ſecundum F L incidens, refringatur a puncto quopiam G; tunc minime refrangibilis ſecundum F N incidens refringetur ab eodem G. Sed, cum maxime refrangibilis Radius ſupponebatur a puncto G refringi, tunc etiam minime refrangibilis ſecundum eandem lineam F L incidens ſupponebatur refringi a puncto C. Quare, eſt GN. FN:: CL. FL, (§. XXV., & XLVII.;) & præterea, cum antea poſuerim eſſe FN. DN:: FL. EL,

ex

ex æquo erit GN. DN : : CL. EL. Sed, per Lemma III., eſt GN. DN in ratione majore quam GL. DL, adeoque CL. EL in ratione majore quam GL. DL. Quare, ſi linea quædam BL ita ducatur, ut ſit CL. EL : : BL. DL, erit BL major GL, propter majorem rationem quam habet ad DL; & inſuper erit CL major BL, eo quod ſit EL major DL; & proinde punctum B cadet inter G & C, eritque angulus GLC major ang. BLC; cum vero ſit CL. EL : : BL. DL, aut viciſſim, BL. CL : : DL. EL, erit angulus BLC major angulo DLE (Lem. I.) & multo magis ang. GLC major DLE. Q. E. D.

PROPOSITIO XV.

Heterogeneis Radiis e medio denſiori in rarius ſecundum eandem datam lineam in ſuperficiem poſitione datam incidentibus, quo denſius eſt medium, e quo Radii incidunt, eo major erit differentia Refractionis.

Scilicet (propter majores Refractiones) eo majores erunt ſinus Refractionum, reſpectu dati circuli, ad quem referuntur; & ſimul eo major erit inæqualitas rationis iſtorum ſinuum, per Prop. XIII., adeoque eo major erit differentia angulorum, quos ſubtendunt, per Corol. II. ad Lem. V; hoc eſt, eo major differentia Refractionis. Q. E. D.

PROPOSITIO XVI.

Heterogeneis Radiis e medio rariori in denſius ſecundum eandem datam lineam in ſuperficiem poſitione datam incidentibus, quo rarius eſt medium, e quo Radii incidunt, eo major erit differentia Refractionis.

Sit AD (*Fig.* 42. *Tab. IX.*) ſuperficies, in quam duo Radii ſecundum eandem lineam datam IX incidunt, quorum alter maxime refrangibilis refrangatur ad P, & alter minime refrangibilis ad T. Dico, quod, ſi medium, ex quo Radii incidunt, foret adhuc rarius, ut dictos Radios adhuc magis refringeret, puta, maxime refrangibilem verſus *p*, & minime refrangibilem verſus *t*, tum *p*X*t* major angulus evaderet, quam PXT. Id, quod gradatim ſic demonſtro.

CASUS I.

Ponamus primo, quod recta IX, ſecundum quam Radii incidunt, ſit ad refringentem ſuperficiem obliquiſſima, ac ducatur quælibet recta PD eidem ſuperficiei normaliter inſiſtens in D, & ſecans refractos Radios in punctis T, P, *t*, *p*; & IX producatur donec iſtam PD ſecet in *f*; tum in linea AD quæratur punctum quoddam B hac lege, ut ductis B*f*, BP, fiat X*f*. XT : : B*f*. BP. Liquet ergo, quod, ſi minime refrangibilis Radius incidat in B verſus *f* tendens, is debet verſus P refringi; quippe, cum, ex hypotheſi, ſit BP. B*f* : : XT. X*f*; hoc eſt, ſinus Incidentiæ ejus & Refractionis, ſicut ſinus Incidentiæ & Refractionis alterius minime refrangibilis Radii IXT. Quamobrem, ſi ſupponamus hoſce Radios retrocedere, alterum nempe e minime refrangibilibus a T ad X, & alterum a P ad B, & maxime refrangibilem a P ad X, eorum omnium refracti tendunt a puncto *f*; ſiquidem notum eſt Theorema, quod Radii ſecundum refractum ejus retro incidentis, incidens viciſſim ſit refractus. Jam, cum Radii diſformes PB, PX, ab eodem puncto P manantes, refringantur ab eodem *f*, quod ſitum eſt in perpendiculo PD, proportione inter PX & PB ſemel cognita, ſi ab alio quovis ejuſdem perpendiculi puncto ad refringentem ſuperficiem duæ ducantur lineæ eandem rationem habentes; hoc eſt, una, deſignans maxime refrangibilem Radium, ſit ad alteram, quæ deſignat minime refrangibilem Radium, ut PX ad PB: tunc iſtorum refracti, (ex ante

de-

Digitized by Google

demonſtratis §. XLV.,) divergent ab aliquo etiam puncto, quod ſitum eſt in eodem perpendiculo P D, utcunque medium ex parte Radii I X ſupponatur rarum, dummodo mediorum alterum ex parte Radii P X eandem denſitatem retineat. Quemadmodum, ſi maxime refrangibilis Radius incidat ſecundum *p* X & refringatur a *f*, medio ſcilicet verſus I X jam poſito rariori quam ante, tum, recta *pb* ſic ducta, ut ſit PX. BP: : *p*X. *pb*, Radius etiam minime refrangibilis *pb* refringeretur ab eodem *f*. Unde ſequitur eſſe *pb* ad *fb* ſicut ſinus Incidentiæ Radiorum minime refrangibilium ad ſinum Refractionis, (§. XLVII.) Aſt in ratione iſtorum ſinuum eſt etiam *t* X ad *f* X, eo quod inflexa I X *t* deſignet Radium æqualiter refrangibilem, cujus pars I X producta tranſit per idem *f*. Quare eſt *pb*. *fb* : : *t*X. *f*X. Cum vero Radius I X ſupponatur eſſe ad refringentem ſuperficiem ſumme obliquus, ſive in angulo infinite parvo inclinatus, adeo ut recta D*f* pro infinite parva, ſeu nulla haberi debeat, ſequitur eſſe D X = X*f*, DB = B*f*, ac D*b* = *bf*: quos valores pro X*f*, B*f* & *bf* ſubſtituendo in ſupra recenſitas proportiones B P. B*f*: : T X. X*f*, & *pb*. *fb* : : *t*X. *f*X, emergent BP. BD: : XT. X D, & *pb*. D*b*: : *t* X. DX. Ex quibus pateat rectas B P ad X T, & *bp* ad X *t* parallelas eſſe anguloſque B P X ad PXT, & *bp* X ad *p* X *t* æquales. Sed, ex hypotheſi, eſt PX. BP: : *p*X. *pb*, & proinde ang. *bp*X major ang. BPX, per Corol. I, Lem. V. ; hoc eſt, ang. *p*X*t* ſuperat ang. P X T. Q. E. D.

CASUS II.

Incidentibus vero Radiis angulum definite magnum cum refringente ſuperficie conſtituentibus, propoſitum ſic patebit. Sit H X (*Fig*. 43. *Tab*. *X*.) recta, ſecundum quam incidunt ; &, cum e medio minus raro adveniunt, ſit X M minime refractus, & X N maxime refractus. Cum vero adveniunt e magis raro, ſit X *m* minime refractus, & X *n* maxime refractus. Adhibeantur etiam obliquiſſimi incidentes Radii I X cum eorum refractis X T, X P, X *t*, & X *p*, quales jam deſcripſimus. Ita ſcilicet, ut, cum tanta ſit anterioris medii raritas, ut Radios H X incurvari verſus M, & N faciat, tunc etiam conſimiles Radios I X incurvet verſus T, & P. Cum vero tanto major ſit ejus raritas, ut illos cogat verſus *m*, & *n*, tunc hoſce ſimul cogat verſus *t*, & *p*. Sit inſuper A P D circulus centro X & intervallo quolibet A X deſcriptus, qui ſecet hoſce refractos Radios in T, P, M, N, *t*, *p*, *m*, *n*, a quibus ad perpendiculum B X demittantur ſinus Refractionum T B, P C, M F, N G, *tb*, *pc*, *mf*, *ng*; & ex lege Refractionum patebit eſſe T B. P C: : M F. N G; & *tb*. *pc* : : *mf*. *ng*; & inſuper, ex hypotheſi & conſtructione, patebit eſſe T B ſinuum iſtorum maximum, & *ng* minimum. Adeoque, per Corol. III. Lem. VI. *, eſt ang. T X P ad ang. M X N majore in ratione quam ang. *t*X*p* ad ang. *m*X*n*; &, permutando, eſt ang. T X P ad ang. *t*X*p* in ratione majore quam ang. M X N ad ang. *m* X *n*. Verum, ex oſtenſis in primo caſu, eſt ang. T X P minor ang. *t* X *p*. Quare & multo magis erit ang. M X N minor ang. *m* X *n*. Q. E. D.

PROPOSITIO XVII.

Heterogeneis Radiis e medio rariori in denſius ſecundum eandem lineam in ſuperficiem poſitione datam incidentibus, quo denſius ſit medium, in quod Radii incidunt, eo major erit differentia Refractionum ad certum uſque terminum, & poſt, eo minor perpetuo.

Nam, ſi medium poſterius denſitate ſua valde parum ſuperat anterius, ita ut Re-

* Hoc modo accommodari poſſunt hæc ad cor. 1. Lem. 5. Ponatur radius aliquis incidere ad ſuperficiem *p* D ſecundum lineam X P, & refringi ſecundum lineam B P. Deinde ponatur alius ejuſdem generis radius incidere in eandem ſuperficiem ſecundum lineam X *p*. Conſtat jam (cum ſit X P: B P: : X *p*. b *p*) radium hunc refringi debere ſecundum b *p*.

Refractiones indefinite parvas efficiat, differentia Refractionum erit etiam indefinite parva; & proinde minor quam foret, ſi medium poſterius ſupponeretur denſius, ut Refractiones evaderent majores. Quare, aucta medii poſterioris denſitate, augebitur dicta Refractionum differentia; quod ſi denſitas ejus in infinitum augeatur, Refractiones etiam, quantum poterunt, augebuntur; hoc eſt, uſque dum omnes refracti Radii perpendiculariter emergant, angulis Refractionum & eorum differentiis tunc prorſus evaneſcentibus. Quare differentia Refractionum rurſus diminuta eſt, donec in nihilum evanuit.

SCHOLIUM.

Etſi limitis ejus determinatio, ubi differentia Refractionis evadit maxima, plus tædii & laboris adminiſtrare poſſit, quam utilitatis; cum tamen alicujus forte momenti cenſeatur denſitatem medii cognoſcere, quod Radiis in ſe refractis Colores maxime conſpicuos efficiat, non pigebit hunc inſuper deſignare, idque primo cum Incidentia ſit obliquiſſima.

CASUS I.

Eſto IX (*Fig.* 44. *Tab. X.*) communis Radiorum in ſuperficiem AX, quæcunque media dirimentem, obliquiſſime incidentium via; & eorum refracti, ut ante, ſunto X*p*, & X*t*; & agatur recta quævis *pt* præfatæ ſuperficiei parallela, quæ Radiis iſtis occurrat in *p* & *t*, a quibus ad AX demiſſis perpendicularibus *p*C, *t*E, biſſecetur CE in D, & centro D, diſtantia DX circulus deſcribatur, ſecans C*p* in P, & E*t* in T, junganturque XP & XT. Dico, quod, cum ea ſit poſterioris medii denſitas, ut Radiorum ſecundum IX incidentium maxime refrangibiles ad P, & minime refrangibiles ad T refringat, tunc angulus PXT quam maximus evadet. Etenim, utcunque medium poſterius ponatur denſum, refracti Radii ita lineas CP & CT in punctis *p* ac *t* ſecabunt, ut recta *pt* ipſi AX parallela ſit. Quare, ſi ducatur linea D*r*, quæ lineas omnes *pt* biſſecet, centrum cujuſcunque circuli per *p* ac *t* tranſeuntis, ſemper jacebit in eadem D*r*. At angulus *p*X*t* eſt angulus in ſegmento circuli per puncta *p*, *t*, & X tranſeuntis, qui ideo erit maximus, cum ejuſmodi circulus exiſtit minimus; propterea quod ratio ſubtenſæ *pt* ad circuli dimenſiones tunc evadit maxima. Verum iſte circulus fit omnium minimus, cum centrum ejus cadit in D; ſiquidem pro ſemidiametro tunc habet XD minimam refractarum, quæ ab X ad RD duci poſſunt. Eſt ergo angulus *p*X*t* tunc maximus, cum centrum circuli tranſeuntis per puncta *p*, *t*, & X cadit in D; adeoque, cum circulus XPT & angulus PXT ejuſmodi ſunt, liquet propoſitum.

Hinc obiter pateat hunc angulum PXT tunc etiam maximum evadere, cum talis eſt poſterioris medii denſitas, ut angulus Refractionis mediocriter refrangibilium Radiorum obliquiſſime ſecundum IX incidentium, ſit ſemirectus; & eo minorem perpetim fieri, quo iſte Refractionis angulus a ſemirecto (exceſſu, vel defectu) magis deviat. Quemadmodum, ſi Refractiones ex aere in aquam, in vitrum & in cryſtallum peractæ conferantur, e calculo patebit, quod, cum angulus Incidentiæ ſit 90 gr. proxime, tunc angulus Refractionis in aquam erit major ſemirecto, inque vitrum erit minor. Quamobrem aqua minus denſa eſt, & vitrum magis denſum, quam ut efficiant angulum PXT maximum. Et proinde, cum cryſtallum ſit adhuc denſius, efficiet iſtum PXT minorem, quam vitrum efficeret. Et ſic vitrum, etſi minus refringat, in iſthoc tamen caſu heterogeneos Radios in ſe refractos magis ab invicem diſſipabit, quam cryſtallum; eoque pacto Colores in oppoſitam ejus ſuperficiem projicit magis diſtinctos. Sed hæc expertu ſunt difficillima, quod vitrum & cryſtallum denſitate parum differant, nec poſſint haberi ſatis craſſa; & ſi poſſent, tunc, propter maximam craſſitiem, haud forent ſatis perſpicua.

CASUS II.

Quod ſi linea, ſecundum quam incidunt Radii, non ſit maxime obliqua, Problema emergit ſolidum. Sed lubet modum oſtendere, quo, conditionibus ejus nonnihil mutatis, ad planum reduci poterit. Sciendum eſt itaque, quod, cum inter extremos, ſeu maxime difformes Radios, innumeri ſint intermedii, qui gradibus continue ſucceſſivis & infinite parvis, alii magis aliis refringuntur, differentia Radiorum extremorum conflata erit ex conſimilibus intermediorum differentiis, numero & parvitate infinitis. Jam, cognitis proprietatibus iſtarum infinite parvarum differentiarum, poſſumus exinde de omnibus ſimul aggregatis, ſive de differentiis finite parvis, quales intercedunt extremorum Refractionibus, judicium ferre, præſertim cum iſtæ differentiæ ſint admodum exiguæ. Sic, cognito quod infinite parvæ differentiæ augentur, diminuuntur, vel ſimul maximæ evadunt aut minimæ, concludendum erit, quod omnium ſumma perinde augetur, diminuitur, vel maxima fit, aut minima. Quod ſi non ſint omnes ſimul maximæ vel minimæ, tamen ſumma pro maxima vel minima haberi poteſt, cum id accidit intermediæ parti. Sic, omnium Colorum latitudo tunc maxima cenſeri poſſit, cum id accidit Viriditati. Jam, licet Problema propoſitum, cum de differentiis finite parvis agitur, exiſtat ſolidum, ſi tamen inſtituatur de differentiis infinite parvis ad planum reduci poteſt. Verum huic ſolvendo nolo obnixe incumbere, ſed breviter tantum oſtendam, quo pacto calculus in hoc & ejuſmodi aliis ſit ineundus, ut ad æquationem perveniatur, ex qua maximus angulorum infinite parvorum poſſit elici. Et inſuper ex eodem fundamento determinabo proportiones differentiarum Refractionis reſpectu diverſorum mediorum, quas in præcedentibus quatuor Propoſitionibus generaliter tantum deſcripſi.

Primo itaque inveſtiganda eſt regula, vel æquatio, qua, ex uno utcunque refracto Radio dato, refractus alter cum eo conſtituens angulum infinite parvum cognoſci poterit. Radiis e medio data denſitate in medium cujuslibet denſitatis ſecundum obliquiſſimam lineam IX (*Fig.* 45. *Tab. X.*) ut prius, incidentibus, ſint XR & X*r* refracti duo, quorum alter XR ſit altero X*r* paulo magis refrangibilis, differentia tamen infinite parva; & agatur lineola quævis R*r*, his in R & *r* occurrens, & refringenti ſuperficiei parallela. Ad quam ſuperficiem normales etiam RD, *rd* demittantur, quas datam finitamque diſtantiam ab X, ab invicem vero infinite parvam habere fingito. Sed lineolam R*r* cum Radiis per R, & *r* tranſeuntibus, plus aut minus ab XD vergere (quemadmodum in præcedentibus) concipito, pro varia poſterioris medii aſſumenda denſitate. Jam, ſi recta DR ſecet Radios X*r* in M, & IX in K; cum infinite parvum triangulum RM*r* ſit ſimile triangulo DMX, a quo triangulum KRX non niſi infinite parvis differentiis RXM & DXK diſcrepat, quæ diſſimilitudinem non inferunt; triangula etiam RM*r* & KRX pro ſimilibus haberi debent. Et proinde, demiſſis perpendicularibus KL & RN, erit KX. LR : : R*r*. MN. Adeoque, cum ſit $LR = \frac{XRq - XKq}{XR}$, (nam eſt $XR.KR) = \overline{\sqrt{XRq - XKq}}$ (: : KR. RL, erit etiam $MN = \frac{XRq - XKq}{XR \times XK}$ in R*r*; quæ differentia eſt inter XN, ſive XR, & XM. Et inde erit $XM = XR - \frac{XRq + XKq}{XR \times XK}$ in R*r*. Inventa eſt itaque relatio inter XK, XM, & XR, cum angulus IXA ſit infinite parvus. Quinetiam, utcunque IX obliqua ponatur, illæ XK, XM, & XR eandem relationem obſervabunt, ſiquidem reciproce ſunt ut ſinus Incidentiæ & Refractionis, & proinde inventa eſt etiam inter eas relatio pro quavis obliquitate incidentis IX. Atque ita cognitis, aut utcunque ad arbitrium aſſumptis, XK & XR, inde XM ſimul cognoſcitur. Quod primo determinandum propoſui.

Quam-

Digitized by Google

Quamobrem ſit I X linea datum quemvis angulum A X I cum refringente ſuperficie conſtituens, ceteriſque ſtantibus, erit $MN = \frac{XRq - XKq}{XR \times XK}$ in R r. Inſuper eſt R D ($= \sqrt{XRq - XDq}$). XD : : M N. N R, atque adeo eſt N R $= \frac{XRq - XKq \text{ in } Rr \times XD}{XR \times XK \times \sqrt{XRq - XDq}}$. Quod, ſi N R dividatur per X R, prodibit ſinus anguli R X N reſpectu circuli, cujus ſemidiameter ſit unitas. Quare, cum angulus ille & ſinus ejus ſunt maximi, ad maximum angulum determinandum quærenda erit maxima quantitas $\frac{NR}{XR}$, hoc eſt maximum $\frac{XRq - XKq \text{ in } Rr \times XD}{XRq \times XK \times \sqrt{XRq - XDq}}$; ſive (facta per datum $\frac{Rr \times DX}{XK}$ diviſione) quærendum erit maximum $\frac{XRq - XKq}{XRq \times \sqrt{XRq - XDq}}$; id, quod per methodos de *maximis* & *minimis* ſatis notas fieri poteſt; &, prodibit $XRqq = 3\, XKq \times XRq - 2\, XKq \times XDq$, cujus æquationis conſtructio eſt ejuſmodi. A puncto quolibet incidentis Radii I X (*Fig.* 46. *Tab. X.*) demitte perpendiculum I A, & in eo ſume A F = AX; &, X I producto ad B, ut ſit $IB = \frac{1}{2}$ I X, ſuper B X deſcribe ſemicirculum B E X, cui inſcribe X E = X F; dein X B produc ad C, ut ſit B C = B E. Super C X deſcribe ſemicirculum C G X, quem in G ſecet perpendiculum I G ſuper Diametro ejus ad I erectum. Denique, centro X & intervallo G X deſcribatur arcus G H ſecans A I productum in H. Ducatur H X & producatur verſus R; eritque R X ipſius I X refractus, cum tanta ſit poſterioris medii denſitas, ut differentia Refractionis R X M fiat omnium maxima. Quo invento, denſitas poſterioris medii talem Refractionem efficientis facile dabitur. Concipe ergo Radios X R & X r eſſe mediocriter refrangibiles, diverſo tamen gradu, & poſterius medium ſic inventum non modo inter illos, ſed & inter extremos, ſeu maxime difformes Radios, maximam circiter quam poteſt Refractionis differentiam efficiet.

Sin autem hujuſmodi differentiarum proportiones ad variam raritatem, vel denſitatem mediorum deſiderentur; e jam oſtenſis facile determinabuntur, dummodo ponantur infinite parvæ. Sic, raritate vel denſitate poſterioris medii tantum variata, ut Radii ſecundum I X (*Fig.* 47. *Tab. X.*) incidentes, nunc refringantur ad M & R, nunc ad m & r; ductaque qualibet DK ipſi DX normali, quæ ſecet eos in K, M, R, m, & r, erit angulus infinite parvus M X R ad conſimilem angulum m X r, ſicut $\frac{XRq - XKq}{XRq \times RD}$, ad $\frac{Xrq - XKq}{Xrq \times rD}$. Quod ſi raritas vel denſitas prioris medii varietur, non mutato poſteriori medio, Analyſta facile deprehendet, quod (in *Fig.* 45. *Tab. X.*) ſit $MN = \frac{XRq - XKq}{XKq}$ in R r; & proinde quod (in *Fig.* 47.) ſit ang. M X R ad ang. m X r : : $\frac{XRq - XKq}{XR \times RD}$. $\frac{Xrq - XKq}{Xr \times rD}$; non enim perinde eſt, ſive raritas ſive denſitas anterioris medii, ſive poſterioris medii varietur, ut e præoſtenſis pateat.

Propoſitiones præcedentes ad Luminis e longinquo manantis diffuſionem ſpectant. In duabus ſequentibus agitur de Refractione Luminis e propinquo manantis.

PROPOSITIO XVIII.

Heterogeneis Radiis a dato puncto ad datum punctum per ſuperficiem poſitione datam refractis, quo medium denſius ſit magis denſum, eo major erit eorum ad invicem inclinatio ex parte medii utriuſque ad certum uſque terminum, & poſt, erit eo minor.

Scilicet, cum denſitas ejus haud major ſit quam denſitas alterius medii, ut Refractio fiat infinite parva, tum differentia Refractionis erit etiam infinite parva; & proinde augebitur ex aucta denſitate. Quod ſi denſitas ejus in infinitum augeatur, tum omnium Radiorum in illud incidentium refracti perpendiculariter emergunt; (§. XLII.) & e contra, ſoli perpendiculares poſſunt ingredi medium rarius e denſiori (§. XLV.); unde, omnes Radii a puncto ad punctum refracti tunc pergent in iiſdem lineis, ſive coincident; & ſic differentia Refractionis rurſus in nihilum evaneſcet.

PROPOSITIO XIX.

Heterogeneis Radiis a dato puncto ad datum punctum per ſuperficiem poſitione datam refractis, quo medium rarius ſit magis rarum, eo major eorum erit ad invicem inclinatio ex parte medii utriuſque.

Sit A T (*Fig.* 48. *Tab. X.*) ſuperficies ita refringens difformes Radios F T X, F P X, ut, manantes ab eodem puncto F, in idem rurſus conveniant ad X. Dico, (ſi medium prius eſſet rarius, ut præfati Radii adhuc magis refringerentur, puta, F T X ſecundum F r X, & F P X ſecundum F *p* X,) quod angulus *p* X r foret major angulo P X T, ut & angulus *p* F r major angulo P F T.

Ad abbreviandum prioris Caſus demonſtrationem, ponamus Radios eſſe quam minime difformes, ut, propter infinite parvam differentiam Refractionis, angulos P X T & *p* X *t* conſtituant infinite parvos. (Conſule Caſ. II. Schol. ad prop. XVII.) Tum ducatur T K refractus Radii conformis ipſi F P X, ut infinite parvus angulus K T X ſit differentia Refractionis Radiorum ſecundum eandem F T incidentium; & pari modo ducatur r *k* refractus Radii conformis ipſi F *p* X, ut angulus infinite parvus *k t* X exiſtat differentia Refractionis Radiorum ſecundum eandem F *t* incidentium. Liquet ergo, quod, cum Radius F *t* ſit obliquior quam F T, atque etiam in medium denſius incidat, erit *k* r X major angulo K T X. Ad hæc, producantur K T, & *k* r, donec in punctis D, ac *d*, ſecent lineam F A, quæ ſit plano A T perpendicularis, & ultra producantur ad *ſ* & *g*, ita ut ſit $\frac{FAq}{FT} . \frac{DAq}{DT}$ :: T F. T *ſ*, & $\frac{FAq}{Ft} . \frac{dAq}{dt}$ :: *t* F. *t g*, & erunt puncta ſic inventa, *ſ*, & *g*, foci Radiorum F T X & F *t* X, per Prop. VIII. Caſ. II.. Et inde X *ſ*. T *ſ* :: ang. K T X ad ang. P X T; ut & X *g*. *t g* :: ang. *k* r X ad ang. *p* X *t*, (Caſ. III. Schol. Prop. XII.) Iſtæ quidem proportionalitates non ſunt omnino veræ, ubi anguli præfati, per differentiam Refractionis effecti, ponuntur eſſe definitæ alicujus magnitudinis; ſed ad veritatem eo magis accedunt, quo anguli iſti ſtatuuntur minores, adeo ut in angulis infinite parvis pro accurate veris haberi debeant. Jam, cum, ex hypotheſi, ſit A r major A T, erit etiam X *t* minor X T, ut & *t g* major T *ſ*, quemadmodum patet ex determinatione punctorum *g*, & *ſ* ſupra poſita. Quamobrem eſt r *g*. T *ſ* in majore ratione *t* X. T X; vel, permutando, r *g*. *t* X majorem habet rationem, quam T *ſ*. T X; &, componendo, r *g*. X *g* habet majorem rationem, quam T *ſ*. X *ſ*; hoc eſt, ſubſtituendo rationes hiſce æquales, ang. *p* X *t* ad ang. *k* r X majorem rationem habet, quam ang. P X T ad ang. K T X; &, permutando, *p* X *t*. P X T eſt in majore ratione, quam *k t* X. K T X. ut dictum fuit; & ideo multo magis eſt ang. *p* X *t* major ang. P X T. Q. E. D.

Et

Et hinc vero de poſteriori caſu, quod ſemper ſit *p* F *t* major angulo PFT, fiat conjectura; ſiquidem demonſtrationem longe difficiliorem poſtularet, & his tamen multa impendiſſe verba jamdudum pertæſum eſt. Hæc itaque de Refractionibus ſolitariæ ſuperficiei ſufficiant.

De Radiorum bis refractorum affectionibus.

Quod ſi gemina ſit Refractio, proinde ut in Priſmatibus contingit, quorum phænomena præſertim explicare ſtatui, Radiorum ſic refractorum paſſiones e præcedentibus ita manifeſtæ ſunt, ut circa illas parum negotii intereſſe videatur. De parallelis quidem ſuperficiebus nihil aliud occurrit obſervandum, quam quod poſterior tantum recurvat Radios, quantum prior incurvat. De inclinatis vero ſequentia notentur.

PROPOSITIO XX.

Homogenei Radii ad Priſma divergentes, poſt utramque Refractionem divergere pergent.

Patet per Prop. VII.

Atque idem de parallelis, vel convergentibus Radiis intellige; quod, nempe, poſt utramque Refractionem manebunt paralleli vel convergentes.

SCHOLIUM.

Quod ſi punctum, a quo quilibet infinite propinqui poſt utramque Refractionem divergunt, ſive locus imaginis trans Priſma conſpicuæ, deſideretur, inventio ejus a Schol. ad prefatam Prop. VIII. manifeſta eſt. Sed ut promptius fiat conjectura, juvabit adhibere Theorema hocce mechanicum. Quod imago ad eandem illam circiter diſtantiam poſt Priſma apparebit, quam habet objectum, cujus eſt imago, dummodo Refractiones hinc & inde non ſint admodum inæquales.

PROPOSITIO XXI.

Ex heterogeneis Radiis ad Priſma divergentibus, aliqui poſt utramque Refractionem convergent.

Id, quod conſtat ex Prop. X. & XII. Scilicet ex illis, qui in plano ad utraque refringentia plana perpendiculari jacent, magis refrangibiles ex Incidentia paulo obliquiori convenient cum minus refrangibilibus, atque idem in innumeris aliis fere planis ſuperficiebus continget.

PROPOSITIO XXII.

E Radiis itaque ſic a puncto ad punctum, ſive ab objecto ad Oculum refractis, alii ad verticem Priſmatis gradatim aliis priores tranſibunt, pro eo ut ſint magis ac magis refrangibiles.

Per Prop. X. unde Colorum ordines definiuntur, de quibus poſt hæc.

PROPOSITIO XXIII.

Quo major eſt angulus verticalis Priſmatis, ceteris paribus, differentia Refractionis fiet eo major, & inde Colorum apparentia dinſtinctior.

Et hoc manifeſtum eſt e Prop. II.

PRO-

PROPOSITIO XXIV.

Quo denſior eſt Priſmatis materia, vel quo rarius eſt medium circumfluum, ceteris paribus, eo major erit Refractionis differentia, & inde Colorum apparentia maniſeſtior.

Scilicet poſterior eaſus e Prop. XIV., & XVI. patet. Priorem vero, ne per Prop. XVII. in dubium revocetur, ſic oſtendo. Concipe magis refrangibilem Radium PD, (*Fig.* 49. *Tab. XI.*) & minime refrangibilem TD ſie in Priſma ad idem quodvis punctum D incidere, ut refracti pergant in eadem linea D*d*; ac, denuo in *d* refracti, divergant verſus *p* ac *t*. Quo poſito, conſtat, per Prop. XV., quod angulus *p d t*, ex aucta Priſmatis denſitate augebitur; deque angulo PDT par eſt ratiocinatio; ſi modo Radii conſimiles, ſecundum eaſdem lineas retrocedere concipiantur. Patet itaque aſſertio de Radiis in Priſmate coincidentibus, & inde etiam de parallelis.

LEMMA VII.

Radiis tribus homogeneis b I, *g* I, *d* I (Fig. 50. Tab. XI.) *e medio denſiori in rarius per ſuperficiem* IK *refractis, ſi differentiæ Incidentiarum b* I *g*, *g* I *d ſint æquales, ſumma refractorum angulorum extremis Radiis effectorum, erit duplo major anguli refracti per intermedium Radium effecti; hoc eſt, refractis Radiis retroactis ad* B, G, *ac* D: *Dico, quod ſit angulus* BI*b* + DI*d major* 2 *ang.* *g*IG.

Etenim, deſcripto quovis circulo ADG tangente refringentem ſuperficiem in I, cujus diameter ſit AI, quique dictos Radios ſecet in *b*, *g*, *d*, B, D, G. Quandoquidem anguli *b*I*g*, & *g* I *d* ſint æquales, erunt etiam arcus *bg* & *gd* æquales. Sed ductis A*g*, A*b*, &c., erunt A*b*, A*g*, A*d* ſinus Incidentiarum, adeoque inter ſe ut ſunt AB, AG, AD ſinus Refractionum. Quare, (per Lem. VI.,) eſt arcus DG major arcu GB; & inde 2*g*G minor eſt 2*g*G + GD − GB = *g*D + *g*B = *g*D − *gd* + *gb* + *g*B — D*d* + B*b*; hoc eſt, 2*g*G minor eſt D*d* + B*b*, ſive angulus BI*b* + ang. *d*ID ſuperat 2 ang. *g*IG. Q. E. D.

PROPOSITIO XXV.

Homogeneis Radiis a Priſmate refractis, angulus, quem incidentes & emergentes comprehendunt, tunc maximus evadit, cum æqualis eſt hine & inde Refractio.

Sit ABC (*Fig.* 51. *Tab. XI.*) Priſma, GRSN Radius utrinque æqualiter refractus ad R & S; & IPQL alius Radius refractus inæqualiter, magis quidem ad P, minus ad Q; & producantur hi Radii donec ſibi occurrant, IP & QL in T, GR vero & NS in V. Dico angulum RVS eſſe majorem angulo PTQ. Quod ut pateat, concipe Radios in lineis PQ & RS hinc inde pergentes utrinque egredi Priſmate; & ſic e medio denſiori in rarius refringi. Nam, in triangulis CPQ, CRS, cum angulus C communis ſit, ceterorum angulorum ſummæ erunt æquales; & proinde, cum CRS ſit iſoſceles, duplum anguli CSR æquabitur angulis CPQ + CQP. Quamobrem Radii QP Incidentia ad P tanto major eſt Incidentia Radii RS ad S, quanto eadem Incidentia ſit major Incidentia PQ ad Q. Trium itaque Incidentiarum differentiæ ſunt æquales; adeoque, juxta Lemma præmonſtratum, ſumma refractorum angulorum, per Incidentiam maximam & minimam effectorum, major erit duplo anguli refracti per Incidentiam mediocrem effecti. Hoc eſt, ang. QPT + ang. PQT ſuperant 2 ang. RSV, ſive majores ſunt ang. RSV. + ang. VRS. Itaque, cum in triangulis PTQ & RVS ſumma angulorum ad baſin PQ ſit major ſumma eorum ad baſin RS, erit angulus verticalis RVS major angulo verticali PTQ. Q. E. D.

LEM-

LEMMA VIII.

Si ſecundum tres lineas b I, g I, d I (Fig. 52. Tab. XI.) *æquales angulos* b I g, g I d *continentes, tres Radii minime refrangibiles incidant ad* I *in ſuperficiem* I K, *& e medio denſiori in rarius refringantur, quorum refracti retrorſum producti ſint* I B, I G, I D; *& præterea, ſi trium maxime refrangibilium Radiorum, ſecundum eaſdem lineas* b I, g I, d I *incidentium, refracti retrorſum producti ſint* I b, I g, I d, *differentia Refractionis Radiorum, quorum Incidentia eſt minima, una cum differentia Refractionis eorum, quorum Incidentia eſt maxima, major erit quam dupla differentia Refractionis eorum, quorum Incidentia eſt mediocris. Hoc eſt, ang.* B I b + *ang.* D I d *ſuperant* 2 *ang.* G I g.

Etenim, deſcripto quovis circulo A D I, tangente refringentem ſuperficiem In I, cujus diameter ſit A I, quique præfatos Radios in punctis *b*, *g*, *d*, B, b, G, g, D, d ſecet; concipe ſubtenſas ab A ad quodlibet illorum punctorum duci; & erunt A *b*, A *g*, A *d* inter ſe, ut ſunt A B, A G, A D, atque etiam, ut ſunt A b. A g, A d. Unde ſequitur, quod A B, A G, A D inter ſe ſunt, ut A b, A g, A d. Et præterea, per Lem. VI., quod ſit arcus G D major arcu B G, & arcus g d major arcu b g. Jam fiat arcus G M = B G, eritque G D major G M, & A D major A M. Item in peripheria A D ſume punctum quoddam N ſub hac conditione, ut, ſi concipias A M, A N ſubtenſas duci, ſit A B. A b : : A M. A N, & erunt A B, A G, A M inter ſe, ut ſunt A b, A g, A N; adeoque, cum arcus B G ac G M ſint æquales, erit ſumma arcuum B b + M N (per Lem. VII.), major duplo arcu G g. Sed, cum ſit A M. A N : : (A B. A b : :) A D. A d; vel, converſe, A M. A D : : M N. D d, propter A D majorem quam A M, erit arcus D d major arcu M N; &, utrobique addito arcu B b, erit arc. B b + arc. D d major arc. B b + arc. M N; & multo magis erit arc. B b + arc. D d major duplo arcu G g, ſive ang. B I b + ang. D I d major 2 ang. G I g. Q. E. D.

PROPOSITIO XXVI.

Heterogeneis Radiis a Priſmate refractis, differentia angulorum, quos incidentes cum emergentibus conſtituunt, tunc minima evadit, cum æquales ſunt utrobique Refractiones.

In Priſmate A B C (*Fig.* 53. *Tab. XI.*) ſumatur C R æqualis C S; & R S ducatur, ut & alia quævis linea P Q, quæ non ſit parallela ad R S; & concipe Radios in Priſmate ſecundum has lineas P Q & R S hinc inde pergentes, ad puncta P Q R, & S egredi, & maxime refrangibiles verſus K, M, H, & O refringi, ac minime refrangibiles verſus I, L, G, & N. Dico, quod Refractionum inæqualiter ad P, & Q factarum differentiæ ſimul ſumptæ I P K + L Q M ſint majores, quam H R G + N S O, differentiæ Refractionum æqualiter ad R, & S factarum ſimul ſumptæ. Nam, Incidentiarum ad P, Q, & S differentiæ ſunt æquales, ut oſtenſum erat in Prop. præcedenti, atque adeo, per Lem. VIII., differentia Refractionis Radiorum difformium ad P, ubi maxima eſt Incidentia, una cum differentia conſimili ad Q, ubi minima eſt Incidentia, excedit duplum conſimilis differentiæ ad S, ubi Incidentia mediocris eſt. Hoc eſt, ang. I P K + ang. L Q M major 2 ang. N S O. Sive, cum G R H & N S O æquentur ang., I P K + ang. L Q M ſuperant ang. N S O + ang. G R H. Q. E. D.

SCHOLIUM.

Poſui quidem Radios e Priſmate utrobique egredi; ſin pergant ab I, & K per P, & Q ad L, & M; & a G, & H per R, & S verſus N, & O, linearum poſitiones, & quantitates angulorum non inde mutabuntur; & proinde demonſtratio præfata

Digitized by Google

fata tunc etiam valebit; & propter eandem rationem valebit etiam, cum Radii, ad Priſma divergentes, evadunt in Priſmate paralleli. Quod idem de propoſitionum XXIV & XXV demonſtrationibus itidem intellige. Quinetiam in aliis quibuſcunque caſibus, ubi divergunt ante Refractionem, & poſt convergunt, vel in Priſma incidunt paralleli, non adeo multum a parallelismo intra Priſma recedunt unquam, quin ut anguli vel differentiæ angulorum, quos incidentes cum emergentibus conſtituunt, pro iiſdem, circiter, haberi poſſint, ac ſi intus eſſent paralleli; adeoque dictas Propoſitiones ad omnes omnino caſus extendi.

PROPOSITIO XXVII.

Si denique Radiis, a dato puncto F *ad datum punctum* X *per Priſma* ABC (Fig. 54. Tab. XI.) *poſitione datum refractis, deſiderentur Anguli* DFE, GXH, *quos heterogenei comprehendunt*,

Problema ex eorum numero eſt, quæ Veteres linearia dixere; at ſequens mechanica ſolutio, quantum exigunt res practicæ, veritati appropinquat. Finge ſummam angulorum DFE + GXH æqualem eſſe angulo NMO, quem Radii duo, alteris FD & FE, quoad Refrangibilitatem conſimiles, ac juxta quamvis lineam LM, rectæ angulum DFE biſſecanti quamproxime parallelam incidentes, poſt binam Refractionem conſtituunt. Et e Radiis ad X refractis, aliquem GX, cum incidente Radio FD convenientem in V, produc ad *f*, ut ſit *f* locus imaginis, quam objectum F Oculo in X conſtituto exhibet. Dein ang. OMN ac diſtantiis *f*X & *f*V mechanice cognitis, dic eſſe *f*X. *f*V : : ang. NMO ad ang. GXH; & erit GXH, quem quæris, proxime; quemadmodum ex oſtenſis ad Schol. Prop. XII., quodammodo manifeſtum eſt. Cum Refractiones utrobique non ſunt admodum inæquales, res expeditius abſolvitur per Schol. ad Prop. I., fingendo eſſe VX. FV : : ang. DFE ad ang. GXH; vel, compoſite, FV + VX. FV : : ang. NMO ad ang. GXH.

PARS PRIOR.

SECTIO QUARTA.

De Refractionibus curvarum ſuperficierum.

HÆc de Refractionibus planorum: De curvis & præſertim ſphæricis ſuperficiebus jam agendum eſt, quarum doctrinam, reſpectu homogeneorum Radiorum, ſequentibus Propoſitionibus complecti conabimur.

PROPOSITIO XXVIII.

Radii in curvam ſuperficiem incidentis refractum ducere.

Nempe eadem eſt Refractio Radii a Curva ac eſt a plano contingente Curvam in puncto Refractionis. Quære ergo refractum a contingente plano per Prop. III.

PROPOSITIO XXIX.

Si Radii, ſeu paralleli, ſeu ad punctum aliquod contermini, ſe ſphæræ objiciant refringendos, refractorum axi quam proximorum concurſum ſive focum determinare. *

Sit

* Vid. *Barrow Lect. Opt.* L. XIV. ad finem.

Digitized by Google

Sit A (*Fig.* 55. *Tab. XI.*) punctum Radios ejaculans verſus ſphæricam ſuperficiem BNP centro C deſcriptam; e vertice & centro erige ad axem AC perpendiculares BH, & CI, ipſiſque occurrentem in H & I age quamlibet AI per punctum A. Tum, a puncto C verſus I, cape CR, quæ ſit ad CI ut ſinus Refractionis ad ſinum Incidentiæ, & age rectam HR occurrentem AC in Z; & erit Z concurſus refractorum, quem oportuit determinare. Sit enim AN Radius axi viciniſſimus incidens ad N, & occurrens CI in K. Age NZ occurrentem CI in *g*; &, ut mos eſt, concipe infinite parvum arcum BN æqualem eſſe BM ſegmento rectæ BH ad Radium AK terminato; & erit CI. BH :: CK. BN, ac BH. CR :: BN. C*g*, &, ex æquo, CI. CR :: CK. C*g*, Hoc eſt, CK. C*g* ut eſt ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis. Et proinde, cum anguli CAK & CZ*g*, ex hypotheſi, ſint infinite parvi; adeoque CK ad AN, & C*g* ad NZ perpendiculares, vel ſaltem æquipollentes perpendiculis, erit NZ refractus ipſius AN. Q. E. D.

C O R O L L. I.

Poſito I ad R ut eſt ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, erit $\frac{I}{R}$ AB. AC :: BZ. CZ. Eſt enim $\frac{I}{R}$ AB. AB :: (I. R ::) CI. CR; & AB. AC :: BH. CI. Et, ex æquo perturbate, $\frac{I}{R}$ AB. AC :: (BH. CR ::) BZ. CZ.

C O R O L L. II.

Si quando punctum A infinite diſtet, ſeu parallelos Radios ejaculetur; tum, propter æquales BH & CI, erit I. R :: BZ. CZ. Atque ita, ſi refracti Radii paralleli ſunt, tum propter æquales BH & CR, erit I. R. :: AC. AB.

C O R O L L. III.

Si e quatuor punctis A, B, C, & Z, tria quævis dentur, poteſt quartum inveniri, ut e ſequentibus exemplis patebit.

E X E M P L. I.

Dentur A, B, C, & quæratur Z. Scilicet eſt $\frac{I}{R}$ AB. AC :: BZ. CZ. adeoque diviſim, $\frac{I}{R}$ AB − AC. AC :: BC. CZ.

E X E M P L. II.

Si, datis A, B, & Z, quæratur C; cum ſit $\frac{I}{R}$ AB. AC :: BZ. CZ, viciſſim erit, $\frac{I}{R}$ AB. BZ :: AC. CZ, &, compoſite, $\frac{I}{R}$ AB + BZ. BZ :: AZ. CZ.

E X E M P L. III.

Si datis A, C, & Z, quæratur B; cum ſit $\frac{I}{R}$ AB. AC :: BZ. CZ, ſive A

B. $\frac{R}{I}$ A C : : BZ. C Z, viciſſim erit $\frac{R}{I}$ A C. C Z : : AB. B Z; &, compoſite, $\frac{R}{I}$ A C + CZ. CZ : : AZ. BZ.

Poſſunt eadem determinari per ductum linearum; veluti ſi, datis A, B, & Z, quæratur C. Erige ad A Z normalem BH cujuſvis longitudinis, & in ea cape B G, quæ ſit ad BH, ut I ad R; junge A H & G Z occurrentes in I, & I C normaliter demiſſa ad A Z incidet ad punctum quæſitum C.

NOTA 1. Quod Z ſit locus imaginis objecti A per Refractionem exhibitæ, cum Spectatoris Oculus in axe ultra Z conſtituitur.

2. Si quando refracti Radii divergant, vel incidentes convergant, vel ſint paralleli, ſimilis erit Problematis conſtructio, mutatis tantum ſuo modo mutandis.

3. Si e puncto A emiſſi Radii per plures ſphæricas ſuperficies, eundem axem A C retinentes, ſucceſſive tranſmittantur, ad concurſum poſt omnes Refractiones determinandum, quære primo concurſum Radiorum poſt primam Refractionem; deinde concurſum corundem poſt ſecundam Refractionem, juxta ac ſi primario emiſſi fuiſſent e puncto præcedentis concurſus; & ſic deinceps, donec ad ultimum concurſum deventum ſit. Atque hoc pacto locus imaginis objecti cujuſvis, per Teleſcopium, vel Microſcopium viſi, determinari poteſt.

4. Ope Corol. III. Lentes ex ſphæricis ſuperficiebus confici poſſunt, quæ Teleſcopiis modo quolibet deſignato conſtituendis inſervient. Patet enim ex illo Corollario, quod non tantum Refractiones datarum Lentium inveſtigari poſſunt, ſed & Lentes delineari, quæ datas Refractiones peragent.

LEMMA IX.

Ad datam quamvis Curvam concurſum axis & viciniſſimi perpendiculi determinare.

In *Fig. 56. Tab. XII.* ſit BNn Curva, & ad quodvis ejus punctum n indeterminate ſpectatum quære perpendiculum nc, per notas methodos ducendi perpendicula Curvarum; & ſimul invenies longitudinem Bc. Tum, (demiſſo ad Bc normali nt,) finge Bt; vel nt, infinite parvam eſſe, ſeu nullam, & emergit longitudo BC, cujus terminus eſt ad concurſum axis cum viciniſſimo perpendiculo.

EXEMPL. I.

Sit BNn Parabola, cujus latus rectum r, & Bt dic x, erit Bc $= x + \frac{1}{2} r$, ut notum eſt. Pone jam $x = 0$, & reſtabit $\frac{1}{2} r$ pro longitudine B C ad verticem.

EXEMPL. II.

Sit BNn Ellipſis, cujus latus rectum r, & tranſverſum q; eritque, (ut notum eſt,) Bc $= x - \frac{rx}{q} + \frac{1}{2} r$. Jam pone $x = 0$, & reſtabit iterum $\frac{1}{2} r$ pro longitudine BC ad verticem. Nec ſecus in Curvis magis compoſitis procedendum eſt.

PROPOSITIO XXX.

Radiis in curvam quamvis ſuperficiem quamproxime perpendiculariter incidentibus, refractorum concurſum, ſeu focum, determinare.

Eſto

Eſto P B Q (*Fig.* 57. *Tab. XII.*) Curva quævis ; A commune punctum , ſeu concurſus incidentium Radiorum ; A B Radius perpendicularis , ſive axis ; & A N Radius quamproxime perpendicularis , ſive axi proximus ; ſitque N C ad Curvam perpendicularis, axique A C occurrens ad C. Et puncto C, per Lem. I X., invento, erige ad B & C perpendicula BH & CI, quibus in H & I occurrentem age quamvis A I. Verſus I cape C R, quæ ſit ad C I ut ſinus Refractionis ad ſinum Incidentiæ, & recta H R occurret ipſi A B in quæſito refractorum concurſu Z.

Probatur ad modum præcedentis Propoſitionis , & huic etiam conſimilia Corollaria & Notæ competunt.

PROPOSITIO XXXI.

Parallelis Radiis in Sphæram incidentibus, refractorum ab axe remotorum errorem a principali foco determinare.

In *Schem.* 58. *Tab. XII.* ſit N B M Sphæra ; C centrum ejus : C B ſemidiameter incidentibus Radiis parallela ; A N Radius incidens ; & N K refractus ejus, occurrens axi, ſeu ſemidiametro CB, in K ; &, poſito F principali foco ; id eſt, in quem Radii prope axem jacentes congregantur, quærendus erit error F K. Demitte ergo perpendiculares CE in NK, & NG in CK ; & dic CB $= a$; GB $= x$; & CK $= z$; atque ex natura circuli erit NGq $= 2ax - xx$; cui adde GKq, hoc eſt, $zz + 2xz - 2az + xx - 2ax + aa$; & prodibit NKq $= zz + 2xz - 2az + aa$. Jam, cum N G ſit ad C E ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis , ſive ut I ad R , &, propter ſimilitudinem triangulorum CEK & NGK, NK & CK ſint in eadem ratione, erit II. RR : : (NKq. CKq : :) $zz + 2xz - 2az + aa.\ zz$; adeoque $IIzz = zz + 2xz - 2az + aa$ in RR, &, facta reductione, $zz = \frac{2RRaz - 2RRxz - RRaa}{RR - II}$, extractaque radice, $z = \frac{RRa - RRx + R\sqrt{IIaa - 2RRax + RRxx}}{RR - II}$, ac radicali in infinitam ſeriem redacta, $z = \frac{Ra}{R - I} - \frac{RRx}{IR - II} - \frac{R^3x^2}{2I^3a} - \frac{R^3x^3}{2I^3a^2}$, &c. Jam , cum per Corol. II. , vel III. , ad Prop. XXIX. , ſit $\frac{Ra}{R - I} = CF$, (id , quod etiam innoteſcit ex valore z jam invento, fingendo eſſe $x = 0$,) ex hoc C F ſubduc inventum valorem z & reſtabit $\frac{RRx}{IR - II} + \frac{R^3x^2}{2I^3a} + \frac{R^3x^3}{2I^3a^2}$ &c. pro valore erroris KF, quem quærimus.

COROLL. I.

Si BG, ſive x, ponatur valde exigua, erit $\frac{RRx}{IR - II}$ quamproxime æqualis KF ; tunc enim quantitates $\frac{R^3x^2}{2I^3a} + \frac{R^3x^3}{2I^3a^2}$, &c., propter aſcendentes poteſtates ejuſdem x, evadunt admodum exiguæ , & reſpectu termini $\frac{RRx}{IR - II}$ pro nullis haberi poſſint.

C O R O L L. II.

Quinetiam, ſi ſtatuas $NG = y$, erit $\frac{RRyy}{2IRa - 2IIa} = KF$, circiter. Etenim eſt $NGq = BG \times BC + CG$, ſive $= BG \times 2BC$ proxime, hoc eſt, $yy = 2ax$ fere, vel $\frac{yy}{2a} = x$, & ſubſtituendo $\frac{yy}{2a}$ pro x in valore ipſius KF, emerget $\frac{RRyy \quad 2a}{2IRa - 2IIa} = KF$.

C O R O L L. III.

Hinc errores KF ſunt ut ſagittæ GB, vel ut quadrata ſemichordarum NG.

C O R O L L. IV.

Si Radius A N K detur poſitione, & paralleli alicujus, axique proprioris & ad alteras axis partes incidentis, Radii an refractus nk ducatur, ſecans axem in k, & hunc refractum NK in Q, & ad axem demittatur normalis Qo; linea Ko evadet omnium maxima, ubi Radius an duplo minus diſtat ab axe circiter, quam Radius alter A N. Demiſſa enim ad axem normali ng, ponatur $ng = v$; $Ko = s$; $GK = f$; & $KF = h$; &, per Corol. III. hujus, erit $yy. vv :: KF. Fk$. Adeoque $kF = \frac{hvv}{yy}$, quo a KF ſubducto, reſtat $\frac{hyy - hvv}{yy} = Kk$.

Præterea eſt $GK. GN :: Ko. Qo$; adeoque $Qo = \frac{ys}{f}$: Item $gn. GK$ ($= gk$ proxime,) $:: Qo. ok$; quare $ok = \frac{ys}{v}$. Huic adde Ko, & iterum prodit $Kk = \frac{vs + ys}{v}$. Quamobrem eſt $\frac{vs + ys}{v} = \frac{hyy - hvv}{yy}$, factaque diviſione per $v + y$, & reducta æquatione, prodit $s = \frac{hvy - hvv}{yy}$.

Jam, ut maximus s inveniatur, multiplica terminos, juxta methodum *Huddenii*, per dimenſiones quantitatis indeterminatæ v; & emerget $o = \frac{hvy - 2hvv}{yy}$, ſive $y = 2.v$; hoc eſt, $NG = 2ng$.

C O R O L L. V.

Et hinc Ko, ubi maximum eſt, æquatur quartæ parti ipſius KF, circiter; nam, in valore ipſius s jam ante invento, ſi ſcribas $2v$ pro y, exoritur $\frac{1}{4}h = s$.

C O R O L L. VI.

Eſt etiam $oQ = \frac{Ry^3}{8Iaa}$. Nam, eſt GK ($=$ BF proxime). $GN :: Ko. oQ$; hoc eſt, $\frac{^{*}Ra}{R - I}. y :: \frac{RRyy}{8IRa - 8IIa}$ ($= \frac{1}{4}$ KF) $\frac{^{**}Ry^3}{8Iaa}$.

C O-

Corrige: $\frac{^{*}Ia}{R - I}$ $\frac{^{**}RRy^3}{8IIaa}$

C O R O L L. VII.

Si arcus B M ſumatur æqualis BN, & B*m* $=$ B*n*, ac Radii ad puncta M & *m* refracti ducantur ſibi occurrentes in P; conſtat eſſe ſpatium PQ $= \frac{\dagger R y^3}{4 I a a}$, duplum nempe ipſius *o* Q; & prætcrea conſtat, refractos omnium Radiorum in ſphæricam ſuperficiem inter N & M cadentium, convergere in ſpatium hocce PQ; & idem PQ eſſe minimum circulare ſpatium, in quod poſſent omnes congregari; adeoque focum eſſe, ſeu locum imaginis objecti, parallelos Radios in Lentem, ad uſque limites M & N apertam, ejaculantis. Scilicet nulli Radii poſſunt tranſilire hoc ſpatium; quia, eum *o* Q ſit in data ratione ad K*o*; eritque *o* Q ſimul maximum, adcoque punctum Q omnium verſus F jacentium remotiſſimum ab axe in quo Radius quiſquam concurrit cum externo Radio NK; neque poſſunt in minus ſpatium congregari, quia Radii *n k* & *m k* ſecant externos Radios in ipſiſſimis punctis P & Q, quibus ſpatium PQ terminatur.

C O R O L L. VIII.

Si circuli NBM apertura augeatur vel minuatur, error lateralis PQ erit ut y^3, ſive ut cubus latitudinis aperturæ NM. Item ſi, immutata apertura, mutetur circuli magnitudo, error PQ; erit reciproce ut *a a*, ſive ut CBq; adeoque ut BFq; ſiquidem CB & BF ſint in data ratione: ſin vero & circuli magnitudo & apertura mutetur, erit error ille PQ ut $\frac{y^3}{a a}$, ſive ut $\frac{\text{N M cub.}}{\text{B F quad.}}$, quemadmodum ex $\frac{* R y^3}{4 I a a}$ valore ipſius PQ conſtare poteſt.

S C H O L I U M.

Eodem fere modo, quo Radiorum parallele incidentium errores KF & PQ determinavimus, conſimiles divergentium, vel convergentium, errores, licet calculo difficiliori, deteminari poſſunt.

P R O P O S I T I O XXXII.

Si Radii, ſive paralleli, ſive verſus commune aliquod punctum inclinati, ſe Sphæræ objiciant refringendos, refractorum extra axem ſibi quamproximorum, & in eodem plano cum incidentibus jacentium, concurſum determinare.

In *Fig. 59. Tab. XII.* ſit AN incidens Radius; NK refractus ejus; & NV in plano trianguli ANK recta linea tangens Spheram ad N. Ad AN duc NR perpendicularem & occurrentem axi AC in R; nec non RV parallelam & occurrentem tangenti NV in V. Item, ad NK duc NQ perpendicularem.; & VQ parallelam convenientes in Q: & age QC occurrentem NK in Z; eritque Z concurſus Radiorum ipſi AN viciniſſimorum. Sit enim A*n* alius ex incidentibus priori AN infinite vicinus, & occurrens NR in G. Age *n* Z occurrentem NQ in H; & ad AN, & NK, e C centro Sphæræ demitte normalem CD, & CE, occurrentes A*n*, & *n*Z, in *d*, & *e*. Jam, eum AN ſupponatur infinite vicinus A*n*, arcus infinite parvus N*n* pro recta coincidente cum tangente NV haberi poteſt, ac triangula NG*n*, NRV; & NH*n*, NQV pro ſimilibus. Quare eſt DC. D*d*: : (N

$\frac{\dagger R R y^3}{4 I I a a}$, $\frac{* R R y^3}{4 I I a a}$

(N R. N G :: N V. N n :: N Q. N H ::) EC. Ee. unde, diviſim & alternatim, DC. EC :: dC. eC. Eſt autem DC ad EC ut ſinus incidentiæ ad ſinum Refractionis, propterea quod NK ſit refractus ipſius AN, adeoque etiam dC eſt ad eC ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis. Et proinde, cum anguli DAd & EZe ſint infinite parvi, atque adeo Cd ad An & Ce ad nZ perpendiculares, vel ſaltem perpendiculis æquipollentes, erit nZ refractus ipſius An. Q. E. D.

COROLL. I.

Eſt N D. N E :: (ſive N P. N F ::) N R. N Q. Nam, acta N C, propter triangula N R V, & N D C; N E C, & N Q V ſimilia, eſt N D. N R :: (N C. N V ::) N E. N Q; &, alterne, N D. N E :: N R. N Q.

Hinc promptior emergit Problematis reſolutio, nempe ad Radios A N, N K erige normales N R, N Q, quorum N R axi A C occurrat, & N Q ſit ad N R ut N F ad N P. Dein age QC, quæ cum N K in quæſito puncto Z conveniet. *

COROLL. II.

Eſt etiam A N x DC x N E. A D x E C x N D :: N Z. E Z; nam, eſt A D. A N :: DC. N R, & inde $NR = \frac{AN \times DC}{AD}$. Item N D. N E :: N R. N Q, & inde $NQ = \frac{AN \times DC \times NE}{AD \times ND}$, adeoque A N x DC x N E.. A D x E C x N D. :: (N Q. E C ::) N Z. E Z.

COROLL. III.

Si punctum radians A infinite diſtet, ſive parallelos Radios ejaculetur, poſito I. R. :: ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, erit I x N F. R x N P :: N Z. E Z. In hoc enim caſu, A N & A D, cum ſint infinite longæ, pro æqualibus haberi debent. Atque adeo, per Coroll. II. hujus, erit DC x N E. EC x N D :: N Z. E Z. Sed, ex hypotheſi, eſt DC. EC :: I. R; & proinde I x N E. R x N D :: (N Z. E Z ::) I x N F. R x N P. Ceterum de his vide plura in Lectionibus Dris. *Barrovv*.

Notetur autem 1., quod, mutatis mutandis, reſolutio Problematis cuicunque caſui facile accommodatur, ſive Radii incidentes divergant a puncto aliquo, vel ad idem convergant, vel incidant paralleli.

2. Cum e radiis huic A N K proximis, qui jacent in plano A N K, conveniant in Z; qui vero in conica ſuperficie, per revolutionem trianguli A N K circa latus A K generata, jacent, conveniant in K; erit maxima Radiorum ipſi A N K undique proximorum conſtipatio circa medium ſpatii K Z, puta, ad Y; & proinde Oculo in linea N K ultra K conſtituto, ſenſibilis imaginis objecti A, per Refractionem ſphæricæ ſuperficiei B N viſi, locus erit ad Y, vel ſaltem intra limites K, & Z; nam locus ille non præciſe definitur.

3. Cum Radii pluribus ſuperficiebus ſucceſſive refringuntur, ut vicinorum poſt omnes Refractiones concurſum determines, primo quære concurſum poſt primam Refractionem; deinde concurſum eorundem poſt ſecundam, tanquam ſi primario effluxiſſent e puncto præcedentis concurſus; & ſic deinceps, ut ad Prop. XXIX. dictum fuit.

PRO-

* Vid. *Barrovv Lect. Opt.* L. XIII. Art. 26.

Digitized by Google

PROPOSITIO XXXIII.

Radiis in quamcunque curvam ſuperficiem incidentibus, refractorum ſibi quamproximorum, & in eodem plano cum incidentibus jacentium, concurſum deſignare.

In *Fig.* 59. *Tab. XII.* finge B N P jam non Sphæram, ſed aliam quamcunque Curvam referre; ſitque A commune punctum, ſeu concurſus, incidentium Radiorum; A N aliquis ex incidentibus; N K refractus ejus; & N C perpendicularis Curvæ ad punctum refringens. In hac N C quære interſectionem proximi alicujus perpendicularis, (qualis *n* C,) ad aliud proximum punctum refringens inſiſtentis, * (id, quod alibi docebitur, ſitque iſta interſectio C. Jam, ducta A C, demitte ad Radios A N, N K normales C D, C E; ac erige N R, N Q, quorum N R occurrat A C in R; ſitque N Q ad N R ut N E ad N D, & acta Q C conveniet cum refracto N K in deſiderato proximorum refractorum concurſu Z. Probatur ad modum præcedentis Propoſitionis, & huic etiam conſimilia Corollaria; & Notæ competunt.

PROPOSITIO XXXIV.

Figuram determinare, quæ Radios homogeneos, ſive parallelos, ſive ad commune aliquod punctum terminatos, ita refringet, ut refracti omnes ad aliud datum punctum accurate conveniant.

In *Fig.* 60. *Tab. XII.* ſit A concurſus incidentium Radiorum, & Z refractorum; ac punctum aliquod B in recta A Z pro vertice Curvæ ad arbitrium ſumatur. Ab illo B capiantur in linea B Z, verſus medium denſius, B G cujuſvis longitudinis, & B R in ratione ad B G quam habet ſinus Refractionis ad ſinum Incidentiæ. Centriſque A & Z, & intervallis A G & Z R, deſcribantur circuli ſe interſecantes in N; & ipſius N locus erit Curva, quæ deſideratam Refractionem peraget.

Quod ut pateat, producatur A N ad S, ut ſit N S. N Z : : B G. B R; & ad N S, & N Z erigantur perpendiculares S T, & Z T concurrentes in T, & acta N T curvam tanget in N, * ut ex methodo ducendi tangentes alibi expoſita conſtabit. Jam, cum N S, & N Z ſint ut B G, & B R, hoc eſt, ut ſinus Incidentiæ & Refractionis; & reſpectu ſinus totius, ſive ſemidiametri N T, ſit N S ſinus anguli N T S, qui æquatur angulo Incidentiæ Radii A N; & N Z ſinus anguli N T Z, qui æquatur angulo Refractionis Radii N Z: patet eſſe N Z refractum ipſius A N. Q. E. D.

Nota 1., poteſt etiam Curva huic uſui inſerviens deſcribi, quæ per datum quodvis punctum B extra axem A Z poſitum tranſibit; ſcilicet, in *Fig.* 61. *Tab. XIII.* agantur A B, & Z B, & in ipſis capiantur B G, & B R in ratione ſinuum Incidentiæ, & Refractionis. Et Centris A, & Z, ac Intervallis A G, & Z R deſcribantur circuli concurrentes in N, eritque N ad Curvam, quam oportet deſcribere.

2. Præfata Problematis reſolutio, mutatis mutandis, ſe ad omnes caſus extendit, ſive incidentes, aut refracti Radii convergant, divergant, vel exiſtant paralleli; ſive Refractio fiat e rariori medio in denſius, vel e denſiori in rarius. Et quidem, ſi Radii ex neutra parte paralleli ſint, id eſt, ſi punctorum A & Z neutrum ſit ad infinitam diſtantiam, Curva B N erit aliqua quatuor ellipſium, quas *Carteſius* in hunc uſum in Geometria deſcripſit; Sin alterutrum infinite diſtet, ita ut Radii punctum illud reſpicientes evadant paralleli, Curva erit conica ſectio, uti notum eſt: Et in hoc caſu, circulus R N, vel G N, propter infinitam centri diſtantiam, evadet recta linea, ipſi A Z ad R, vel G perpendicularis.

L E M-

* In Tract. de Fluxionibus ab Auctore noſtro A. D. 1665, 1666, &c. ſcriptis.
* In eodem Tract. de Fluxion.

Digitized by Google

LEMMA X.

E parallelis Radiis ad circulum refractis, Radium illum determinare, cujus pars circulo incluſa datam habeat rationem ad partem refracti ejus eidem circulo incluſam.

In *Fig.* 62. *Tab. XIII.* ſit A N Radius incidens; N K refractus; N P, & N F, partes eorum circulo incluſæ; C D, & C E perpendicula ad iſtas partes e centro circuli demiſſa; & B C ſemidiameter acta parallela ipſi A N; ſitque C D. C E :: I. R; & N P. N F :: *p. q.* His poſitis, ut innoteſcat punctum N, quod Radios A N, & N K, determinat, erige ad B C normalem B X, cujus quadratum ſit ad B C quadratum, ut $\frac{qq - pp}{pp}$ ad $\frac{II - RR}{II}$, & acta C X ſecabit circulum in deſiderato puncto N. Eſt enim, ex hypotheſi, *p. q* :: (N P. N F ::) N D. N E; & I. R :: C D. C E; quare $\frac{q}{p}$ N D = N E; & $\frac{R}{I}$ C D = C E. Porro, cum ſit N Dq + C Dq (= N Cq) = N Eq + C Eq, aufer hinc inde N D q + C Eq, & reſtabit C Dq — C Eq = N Eq — N Dq, hoc eſt, ſubſtituendo valores ipſarum C E, & N E, modo inventos, C Dq $-\frac{RR}{II}$ C Dq $= \frac{qq}{pp}$ N Dq — N Dq, &, facta reductione, $\frac{II - RR}{II}$ C D q $= \frac{qq - pp}{pp}$ N Dq; quo in proportionalitatem reſoluto, fit $\frac{qq - pp}{pp} . \frac{II - RR}{II}$ :: (C Dq. N Dq ::) B X q. B C q. Q. E. D.

PROPOSITIO XXXV.

Sole Sphæram pellucidam illuſtrante, Radiorum ejus, poſt unam Reflexionem emergentium, maximam ad axem inclinationem determinare.

In *Fig.* 63. *Tab. XIII.* ſit B N K Sphæra propoſita; B C Q diameter, ſive axis incidentibus Radiis parallelus; A N aliquis ex incidentibus; N F refractus ejus; F G reflexus; & G R denuo refractus, & quærendus erit maximus angulorum, quos R G cum axe B Q poteſt conficere. In quem finem advertendum eſt, quod in eo ſolo caſu, ubi R G maxime inclinatur ad B Q, Radii ipſi A N viciniſſimi poſſunt emergere paralleli ad R G. Nam, in aliis caſibus, ex emergentibus Radiis ſibi viciniſſimis alii magis, alii minus continuo inclinantur ad B Q; adeoque aliquantulum inclinantur ad ſe invicem. Advertendum eſt præterea, quod Radii emergent paralleli, qui conveniunt ad punctum Reflexionis. Duc enim Radium *a n* ipſi A N parallelum, & quamproximum; ſitque ejus refractus *nf*; reflexus *fg*; ac iterum refractus *gr*; &, punctis F, & *f* coincidentibus, cum anguli N F *n*, & G F *g*, ſint æquales, & Refractiones ad N, *n*, & G; *g*, ſimiles, emergentes Radii G R, & *gr*, æque paralleli erunt ac incidentes A N, & *a n*.

Quærendus eſt itaque Radius A N, cujus refractus cum refracto viciniſſimi Radii *a n* concurrit ad F. Et quidem, per Coroll. III. Prop. XXXII., (demiſſis a centro Sphæræ ad Radios normalibus C D, & C E, poſitoque I. R :: C D. C E, (ſi Radii iſti ad quodvis punctum Z concurrant, erit I x N F. R x N P :: N Z. E Z :: N F. E F (puncto nempe Z ad ipſum F, juxta hypotheſin, cadente) :: 2. 1. Quare I x N F = 2 R x N P; & I. 2 R :: N P. N F. Datur itaque ratio N P ad N F, & inde, per Lem. X., dabitur punctum N. Scilicet ad verticem circuli ducatur tangens B X, cujus quadratum ſit ad quadratum ſemidiametri B C, ut 4 R R — I I

ad

Digitized by Google

ad II — RR, & agatur CX; hæc enim circulo occurret in N, & ex invento N cetera nullo negotio determinantur.

COROLL. I.

Hinc fit 3RR. II — RR:: CNq. NDq. Cum enim ſit 4RR — II. II — RR:: BXq. BCq, componendo erit 3RR. II — RR:: (BXq + BCq = CXq. BCq::) CNq. NDq.

COROLL. II.

Eſt & I. 2R:: ND. NE. Nam, ſupra fuit I. 2R:: NP. NF, & ex his expeditior evadit Problematis reſolutio.

SCHOLIUM.

Una cum maxima inclinatione Radii RG, datur maximus arcuum FQ, ad refractos NF terminatorum. Nam, angulus FCQ, quem FQ ſubtendit, eſt æqualis angulo, quem CF, & AN comprehendunt; hoc eſt, æqualis dimidio anguli, quem RG, & AN, vel BQ comprehendunt: & proinde arcuum FQ, æque ac angulorum ab RG, & BQ comprehenſorum, maximus eſt, qui Radio AN in punctum jam inventum incidente definitur.

PROPOSITIO XXXVI.

Sole Sphæram pellucidam BNP (Fig. 63. Tab. XIII.) *illuſtrante, Radiorum ejus poſt duas Reflexiones emergentium minimam ad axem inclinationem determinare.*

Sint AN, & *an* Radi duo incidentes ſibi quamproximi, qui, poſt duas reflexiones in F, *f*, & G, *g*, emergant ſecundum HS, & *hs*: Et, manifeſtum eſt, quod in eo ſolo caſu, ubi angulus acutus, quem BQ, & SH comprehendunt, minimus eſt, Radii illi HS, & *hs* poſſunt eſſe paralleli, uti ſupra de Radiis GR, & *gr* dictum fuit; &, ubi hoc accidit, Radius etiam FG ad *fg* parallelus erit. Unde 2 arc. F*f* = (arc. F*f* + G*g* = arc. FG — *fg* = arc. NF — *nf* =) arc. N*n* — F*f*. Adeoque 3 arc. F*f* = arc. N*n*; &, cum NF dividatur in Z in ratione iſtorum arcuum, ut patet, erit NZ = 3 ZF = 3 EZ. Cum itaque, per Coroll. III. Prop. XXXII., ſit I x NF. R x NP:: NZ. EZ:: 3. 1, erit I x NF = 3R x NP, ſive I. 3R:: NP. NF. Datur itaque ratio NP ad NF; & inde, per Lem. X. dabitur punctum N; ducendo nempe BX, quæ circulum tangat in vertice B, & cujus quadratum ſit ad BC quadratum ut 9RR — II ad II — RR, & agendo CX, quæ occurret peripheriæ in N. Invento autem N, cetera facile determinantur.

COROLL. I.

Hinc eſt 8RR. II — RR:: CNq. NDq. Nam, 9RR — II. II — RR:: BXq. BCq, &, componendo, 8RR. II — RR:: CXq. BCq:: CNq. NDq.

COROLL. II.

Eſt etiam I. 3R:: ND. NE; utpote, cum ſupra fuerit I. 3R:: NP. NF.

SCHOLIUM.

Ad eundem modum maxima Radii K T, poſt tres Reflexiones emergentis, inclinatio ad axem, juxta ac maximus arcuum Q G inveſtigabitur. Scilicet, in eo caſu F G, & *fg* convenient ad G, eritque arc. F*f* = (arc. F G − *f*G = arc. N F − *nf* =) N*n* − F*f*; &, inde, 2 arc. F*f* = arc. N*n*, & N Z = 2 Z F, adeoque 4. 1 : : N Z. E Z : : (per Coroll. III. ad Prop. XXXII.) I x N F. R x N P; ſive, I. 4 R : : N P. N F; &, proinde, per Lem. X, 16 R R − I I. I I − R R : : B X q. B C q; unde conſectatur eſſe 15 R R. I I − R R : : C N q. N D q; & I. 4 R : : N D. N E.

Atque ita, ſi Radii, poſt quatuor Reflexiones emergentis, inclinatio minima deſideratur, determinabis faciendo ut ſit 25 R R − I I. I I − R R : : B X q. B C q; vel, 24 R R. I I − R R : : C N q. N D q. Et I, 5 R : : N D. N E; & ſic prætcrea in infinitum.

Tranſactis Refractionibus homogeneorum Radiorum, jam reſtat ut heterogeneos conferamus. De horum ad plana Refractionibus paulo fuſius agebamus, ut eo Priſmatum, (quorum uſus in experimentis faciendis poſthac erit frequentiſſimus,) affectiones innoteſcerent. Præcipuum vero, quod circa curvas ſuperficies jam determinandum occurrit, eſt quantitas erroris Radiorum, a quo oritur confuſio, ſive indiſtincta viſio objectorum, quæ in Teleſcopiis per nimiam vitri, objectum reſpicientis, aperturam evenire ſolet. Et in hunc finem, cum præmiſſa ſit Prop. XXXI., unde errores innoteſcunt, qui in ſphæricis ſuperficiebus per ineptitudinem figuræ efficiuntur: ſequentem jam ſubjungimus, qua errores ex inæquali Refrangibilitate diverſorum Radiorum orti, determinari poſſunt.

PROPOSITIO XXXVII.

Heterogeneis Radiis in Sphæram incidentibus, errores ex inæqualibus Radiorum ſimiliter incidentium Refractionibus progenitos determinare.

E puncto A (*Fig. 64., Tab. XIII.*) in Sphæram N B M centro C deſcriptam, incidant ſecundum lineam aliquam A N Radii duo maxime diſformes; quorum refracti ſunt N F, & N*f*, axi occurrentes in F, & *f*; & in illos demittantur perpendicula C I, C P, & C T. Jam, ſi accurata reſolutio deſideretur, Refractiones Radiorum N F & N*f* ſeorſim computandæ ſunt: ſed, cum arcus N M ponatur admodum exigua portio circuli, veritatem quamproxime aſſequemur, aſſumendo angulos C N I, C N P, & C N T fere eſſe ut eorum ſinus. Sit ergo I communis ſinus Incidentiæ; P ſinus Refractionis Radiorum maxime refrangibilium; ac T ſinus ille minime Refrangibilium. Erit ang. C N I ad ang. C N P : : I. P, & ang. C N P ad ang. C N T : : P. T; ac; diviſim, ang. I N P ad ang. C N P : : P − I. P; & ang. C N P ad ang. P N T : : P. P − T; &, ex æquo, ang. I N P ad ang. P N T : : P − I. P − T.

Sume jam arcum B M æqualem arcui B N, & Radiorum ſecundum A M incidentium duc refractos M F, M*f*, prioribus occurrentes in V, & X. Age V X, & produc donec occurrat incidentibus Radiis ad G, & H; & patet V X eſſe latitudinem minimi ſpatii, in quod omnes Radii congregari poſſunt. Eſtque G X. V X : : (ang. G N X ad ang. V N X proxime : : ang. I N P. ad ang. P N T : :) P − I. P − T; & G H + V X (2 G X). V X : : 2 P − 2 I. P − T; ac, diviſim, G H. V X : : P + T − 2 I. P − T. Unde, datis P, T, I, dabitur ratio G H ad V X.

Ex. gr. Cum ſupra determinaverim, quod ad vitrum aeri conterminum ſit I. P : : $44\frac{1}{2}$. $69\frac{1}{2}$, & I. T : : $44\frac{1}{2}$. $68\frac{1}{2}$; ſi aſſumatur I = $44\frac{1}{2}$, erit P = $69\frac{1}{2}$, ac T = $68\frac{1}{2}$, & P + T − 2 I = 49, P − T = 1; adeoque G H. V X : : 49. 1, circiter.

SCHO-

S C H O L I U M.

Ope hujus & Prop. XXXI., errores homogeneorum Radiorum, qui in ſphæricis ſuperficiebus per figuræ ineptitudinem obveniunt, cum heterogeneorum erroribus conferri poſſunt, & conſtabit hoſce longe majores eſſe in parvis Sphærarum portionibus: Atque adeo heterogeneitatem Lucis, & non ineptitudinem figuræ ſphæricæ, in cauſa eſſe, quod Teleſcopia in majorem perfectionis gradum nondum promota habeamus.

Concipiamus *ex. gr.*, quod N M B, in *Figuris* 58. & 64. *Tab. XII.* & *XIII.* referat objectivum vitrum Teleſcopii, cujus anterior ſuperficies N M plana ſit, eo ut Radios in poſteriori, ſeu ſphærica, ſuperficie N B M ſolummodo refringat; & ponamus C B ſemidiametrum hujus Sphæræ eſſe 10. pedes, ut Teleſcopium fere 20 pedes, ſive 240 digitos, longum conficiat, ſitque apertura N M 2 dig., quanta maxima, cum viſione ſatis diſtincta, adhibeatur in hujuſmodi Teleſcopiis, quæ objectum quaſi 70 vel 80 vicibus ampliant; & ſinus Incidentiæ ſit ad ſinum Refractionis, in confinio vitri & aeris peractæ, ut 11 ad 17, circiter, prout ſupra determinavimus. His poſitis, ſcribendum eſt 120 pro a; 1 pro y; 11 pro I; & 17 pro R; in valore ipſius PQ, quem exhibuimus in Coroll. VII. Prop. XXXI., hoc eſt, in termino $\frac{{}^{*}R y^{3}}{4 I a a}$, & emergit $\frac{{}^{**}\ 17 \text{ dig.}}{4 \times 11 \times 120 \times 120}$ ſive $\frac{17 \text{ dig.}}{633600} = $ P Q, eſtque hic error lateralis homogeneorum Radiorum, ortus ab ineptitudine figuræ ſphæricæ. Præterea, concipiamus Radios A N, & A M in *Fig.* 64. *Tab. XIII.* eſſe parallelos Axi, & erit G H = N M = 2 dig., adeoque V X, error nempe lateralis heterogeneorum ab invicem in eodem loco concurſus erit $\frac{2}{49}$ dig.. Confer jam hos errores, & patebit V X eſſe ad P Q, (ſeu $\frac{2}{49}$ ad $\frac{{}^{\dagger}\ 17}{633600}$,) ut [a] 1267200 ad [b] 833, ſive ut [c] 1521 ad 1, circiter.

Adeoque V X eſſe quaſi [c] mille & quingentis vicibus majorem quam PQ; tanta ſane diſproportio, ut P Q reſpectu V X pro nullo haberi poſſit. Error quidem V X, cum ſit $\frac{2}{49}$ dig., tantus eſt, ut mirer, quod objecta per hujuſmodi Teleſcopia tam diſtincte videri poſſint. Sed alterius generis error P Q, ſive $\frac{{}^{d}\ 17}{633600}$ dig., id eſt, $\frac{{}^{e}\ 1}{37271}$ dig., circiter, longe minor eſt, quam qui poteſt eſſe ſenſibilis, & proinde negligendus; & indiſtincta viſio erroribus ex heterogeneitate Lucis exortis ſolummodo tribuenda. Et hinc patet perfectionem Teleſcopiorum non e conicis Sectionibus petendam eſſe, ſed figuras ſphæricas huic uſui æque inſervire poſſe. In Microſcopiis quidem errores homogeneorum Radiorum, ex ſphærica ſuperficie vitri objectivi propter aperturam bene magnam, enormes oriuntur & admodum ſenſibiles; adeo ut illa vitra, ſi ſecundum conicam aliquam Sectionem debite formarentur, paulo perfectiora evaderent. Sed [f] methodus tamen me non latet corrigendi erro-

* $\frac{R R y^{3}}{4 I I a a}$. ** $\frac{17 \times 17 \text{ dig.}}{4 \times 11 \times 11 \times 120 \times 120}$ ſive $\frac{289 \text{ dig.}}{6969600} = $ PQ.
† $\frac{289}{6969600}$. [a] 13939200. [b] 14161. [c] 984. [d] $\frac{289}{6969600}$. [e] $\frac{1}{24116}$.

[f] Nempe ſi perſpicillorum vitra objectiva ex vitris duobus ſphærice figuratis & aquam inter ſe claudentibus conflentur. Vide *Nevvtoni Princip.* Schol. ad Prop. ult. Lib. I. Et *Opt.* Prop. VII. Part. I. Lib. I.

res illos abſque conicis Sectionibus, & efficiendi ut vitra e ſphæricis ſuperficiebus formari poſſint, quæ Radios homogeneos ſatis accurate refringent, ne dicam, quæ longe accuratius refringent obliquos Radiorum penicillos, quam vitra aliis quibuſcunque figuris terminata; adeo ut ſphæricas ſuperficies uſibus dioptricis, præ ceteris omnibus accommodatas eſſe cenſeam.

OPTI-

Digitized by Google

OPTICÆ

PARS SECUNDA.

De Colorum Origine.

SECTIO PRIMA.

Exponitur Doctrina de Coloribus, & per Experimenta Priſmatis probatur.

QUi in fabricandis Teleſcopiis occupati ſunt, de Coloribus conqueruntur, quibus objecta, dum vitris iſtis mediantibus aſpiciuntur, tingi ſolent; quique eo magis augentur & apparent, quo vitrum oculare ex Sphæris minoribus efformatur; vel etiam, quo vitrum objectivum majori latitudine Radiis intrantibus patet. Unde duplici incommodo implicati, impediuntur, ne Perſpicilla ad optatum perfectionis gradum perducant; tum quod oculare vitrum ultra certos gradus parvum ad objecta magis amplianda nequeant adhibere, tum quod vitrum objectivum ultra certos limites aperire nequeant, ad objecta magis lucida & perſpicua reddenda. Qui gradus, vel limites, ſi non probe obſerventur, objecta Coloribus involuta reddentur, & multo minus diſtincta, quam ſi, vel minora cernerentur, ope vitri ocularis minus convexi, vel minus lucida, diminuta Perſpicilli apertura. Jam, cum iſtæ perfectiones præcipuæ ſint, quæ in Perſpicillis deſiderantur; nempe, ut objecta magis amplient, & reddant lucidiora: operæ pretium videtur in naturam Colorum inquirere; ut inveſtigemus tandem quid in cauſa ſit, quod ita appareant, & objecta reddant indiſtincta; hujus enim ignorantia quamplurimos labore non exiguo, ſed inani tamen, exercuit, dum, imperfectionem Teleſcopiorum a vitioſis vitrorum figuris ortam eſſe credentes, in iſtis meliori figura perpoliendis navarunt operam. At, ſi cauſam horum Colorum ſatis exploratam habuiſſent, ſimul innotuiſſet inæqualis diverſorum Radiorum Refrangibilitas; &, inde vitia Teleſcopiorum, non ab ineptitudine figuræ ſphæricæ ad Refractiones rite peragendas, originem ducere conſtitiſſet. Quo bene intellecto, conatus ſuos proculdubio mutaſſent, & laboribus iſtis ſecundum aliam methodum diſpoſitis, Opticam in gradum multo perfectiorem jam promotam haberemus.

Qui de Coloribus hucuſque diſſeruere, vel id nomine tenus fecerunt, ut Peripatetici; vel in eorum naturam & cauſas inquirere conabantur, ut Epicurei & alii recentiores. Quæ Peripatetici de hiſce tradidere, etſi vera forent, tamen ad noſtrum propoſitum nihil valerent: quippe, dum modum, quo generantur, & cauſas, unde fiunt tam varii, non attingant. Etenim illi, de originibus & variis rerum ſpeciebus diſputantes, pro cauſis, ex quibus ipſarum exiſtentiam & diſcrimen mutuantur, varias quaſdam formas aſſignarunt; verum de particulari cujuſvis formæ cauſa & ratione, ob quam differt ab aliis, haud unquam quicquam diſſeruere. Et ſic ea fecerunt miſſa, quorum explicatio videtur ſummum Philoſophorum officium; imo, quæ ſola mentem Scientiæ naturalis avidam explere poſſint.

Attamen, ne mancam Philoſophiam tradidiſſe viderentur, effecerunt, ut ejuſmodi diſquiſitiones pro maxime abſurdis & ridendis habeantur; utpote, quæ ſupponunt formarum eſſe alias formas, & qualitates qualitatum. Itaque, cum Lux definiatur eſſe qualitas, vel forma, quæ dat eſſe lucidum, non expectandum eſt, ut aliquid

de

de ejus cauſis audiamus, vel qua ratione ad varios Colores producendos fiat varia. Dicunt equidem, quod plus Luminis quibuſdam Coloribus immiſcetur, quam aliis: at hoc non ſufficit ad eorum productionem; tum, quod nullus omnino Color ex Albedine, & Nigredine ſolummodo mixtis, præter fuſcos intermedios, generatur; tum, quod quantitas Lucis non mutat ſpeciem Coloris. Corpus enim rubrum, verbi gratia, ſemper apparet rubrum, ſive aſpiciatur in crepuſculo, ſive in meridie lucidiſſimo. Porro autem ipſa definitio, quam attribuunt Coloribus, adeo non pandit eorum naturam, ut eos, ne nomine tenus, exprimat. Ait Ariſtoteles *Χρῶμα δέ ἐϛὶ τὸ διαφανοῦς ἐν Σώματι ὡρισμένῳ πέρας*. Quæ ſuperficiei coloratæ potius, quam Coloris, deſcriptio eſt. Illa enim dici poteſt extremitas perſpicua in corpore terminato. At Color plerumque videtur, ubi nulla talis datur extremitas, ut in Iride & Priſmate; in vitris, vel liquoribus perſpicuis & aliquo Colore leviter tinctis; in aqua marina, quæ viridis, plurimum, apparet; qui tamen Color, non in extremitate aquæ, ſed per totam ejus craſſitiem, generatur; in aere, qui, licet maxime perſpicuus & nullo corpore denſo terminatus, ſerena tamen nocte cæruleus apparet; & in flamma, quæ non minus perſpicua eſt & Luci pervia, quam ipſe aer. Sic, cum humores Oculi Colore aliquo tinguntur, omnia videntur eodem Colore tincta, licet extremitas perſpicui ſit aliis Coloribus prædita. Et, cum Solem nudis Oculis modo aſpexeris, luminoſa omnia deinceps videntur rubra, & nigra plerumque apparent cærulea; qui Color erit magis conſpicuus, ſi, clauſis Oculis, te in locum aliquem tenebroſiſſimum ſtatim conferas. Imo, premendo Oculum, Colores in tenebris excitare liceat; quis autem vocabit illos extremitatem perſpicui? Ceterum non opus eſt ut has opiniones enixe refutem, quæ, etſi veræ eſſent, tamen non ſunt ſufficientes, neque propoſito meo adverſantur. Eſto enim Lux qualitas corporis lucidi; eſto Lumen actus perſpicui; & Color, ejus extremitas; & quicquid de illis dixerunt, eſto; abinde tamen haud concipi poterit, quo pacto Lux refringatur; unde Colores ſint varii; quid in cauſa ſit, quod in Perſpicillis apparent; & qua ratione incommodum iſtud devitari poſſit.

Ad opiniones aliorum Philoſophorum quod attinet, dixerunt Colores, vel ex umbra Luceque varie mixtis; vel ex contortione globulorum, aut eorum variis preſſionibus generari; vel denique ex variis modis, quibus medium quoddam æthereum vibratur, ſtatuentes Lucem productam eſſe ex impulſu vibrantis medii in retiformem tunicam delato. Extra oleas nimis vagarer, ſi has opiniones ſigillatim refutandas adortus eſſem: Nec opus eſt ut faciam, cum omnes in communi quodam errore conſentiant; ſcilicet, quod modificatio Lucis, qua ſingulos Colores exhibet, ei non ſit inſita ab origine ſua, ſed inter reflectendum, vel refringendum, acquiratur. Inter Radios Lucis nullum contemplantur diſcrimen, priuſquam incidant in corpus aliquod colorificum, opinati tantum, quod, pro varia diſpoſitione corporis iſtius, variis modis reflectuntur, vel refringuntur, &, pro ſpecie modificationis, quam ſic acquirunt, varia deinde Colorum phantaſmata ſpectantibus exhibent. Mixtura Lucis & umbræ, gyratio globulorum, vel varia vibratio medii, non ſupponuntur ineſſe Radiis antecedenter ad eorum Reflexiones, vel Refractiones; ſed per iſtas actiones generari creduntur. Quemadmodum & Peripatetici ſtatuunt Colores a corporibus originem ducere, quorum dicunt eſſe qualitates. Attamen contrarium eſſe verum ex ſequentibus abunde patebit. Invenio ſcilicet, quod modificatio Lucis, unde Colores originem ſumunt, Luci connata ſit; & non oritur a Reflexione, neque a Refractione, neque a qualitatibus corporum, aut modis quibuslibet, nec ab iis vel deſtrui poteſt, vel ullo modo mutari.

Verum, ut ſententiam meam diſtinctius proferam, invenio primo, quod Radiis diverſe refrangibilibus competant diverſi Colores; maxime refrangibilibus, Purpura, ſive Violarum Color competit; & Rubor minime refrangibilibus; atque mediocribus Viriditas, vel potius, confinium viridis & vireſcentis cærulei. Cæruleus autem Purpuræ intercedit & Viriditati, flavuſque Viriditati & rubori. Adeoque Radii, prout ſunt plus pluſque refrangibiles, apti ſunt ad hos ordine Colores, *Rubrum*,

Flavum,

Flavum, *Viridem*, *Cæruleum*, & *Violaceum*, generandos, una cum omnibus eorum ſucceſſivis gradibus & Coloribus intermediis.

Invenio præterea, quod nullius Radiorum generis forma, ſive diſpoſitio colorifica, vel Refractione, vel alia quacunque, (quam potuerim animadvertere,) cauſa mutari poteſt; ſed unicum tantum ſibi proprium Colorem unumquodque ſemper conſervat & exhibet, ſi modo a Radiorum diverſi generis miſtura non conturbetur. Nam, Colores, qui Refractionibus generari videntur, non niſi difformium Radiorum miſtura varia, vel ſeparatione, fiunt.

Tertio invenio, quod Color albus & niger, una cum cinereis, ſeu fuſcis intermediis, fiunt ex Radiis cujuſque ſpeciei confuſe miſtis; & ſimiliter, quod ceteri omnes Colores, qui non ſunt ex primitivis, per varias horum Radiorum miſturas producuntur. Et inde non mirum eſt, ſi, difformibus Radiis per inæqualem Refractionem ſegregatis, diverſi Colores ex his de novo emergere videantur.

Quinetiam invenio, quod primitivi Colores per miſturam Radiorum alterutrinque confinium exhiberi poſſunt. Viridis nempe ex flavo, & cæruleo; flavus ex adjacente viridi, citrioque; & ſic de aliis. Per Colores autem primitivos non tantum quinque prædictos intelligo, ſed & quoslibet alios, quibus exhibendis aptum datur aliquod uniforme Radiorum genus.

Invenio denique, quod omnes omnium corporum Colores non aliunde generantur, quam e diſpoſitione quadam, qua apta ſunt ut alios Radios reflectant, & intromittant alios. Sic, corpus rubrum eſt, quod Radios ad Rubedinem aptos reflectit maxime, & plerosque ceteros intromittit; purpureum, quod Radios iſti Colori generando proprios reflectit, & intromittit alios: album vero, quod fere omnes reflectit; & nigrum, quod omnes intromittit, pauciſſimis, ſed omnium tamen ſpecierum, Radiis repercuſſis.

Verum, ne videar officii limites exceſſiſſe, dum naturam Colorum pertractare aggrediar, qui nihil ad Matheſin attinere cenſeantur; non abs re erit, ſi de ratione incepti hujus iterum commoneſaciam: nimirum, tanta eſt inter proprietates Refractionum & Colorum affinitas, ut ſeorſim explicari nequeant. Qui alterutras rite velit cognoſcere, ut alteras cognoſcat neceſſe eſt: & præterea, ſi de Refractionibus non agerem, & earum diſquiſitio non eſſet in cauſa, quod negotium de Coloribus ſimul explicandis inceptarem; tamen generatio Colorum tantam Geometriam complectitur, & eorum cognitio tanta firmatur evidentia, ut vel ipſorum gratia poſſem aggredi, ſic limites Matheſeos nonnihil ampliaturus. Quemadmodum enim Aſtronomia, Geographia, Navigatio, Optica, & Mechanica pro Scientiis mathematicis habentur, licet in iis agatur de rebus phyſicis, Cœlo, Terra, Navibus, Luce, & Motu locali: ſic, etiamſi Colores ad Phyſicam pertinent, eorum tamen Scientia pro mathematica habenda eſt, quatenus ratione mathematica tractantur. Imo vero, cum horum accurata Scientia videtur ex difficillimis eſſe, quæ Philoſophus deſideret; ſpero me, quaſi exemplo, monſtraturum quantum Matheſis in Philoſophia naturali valeat; & exinde, ut Geometras ad examen Naturæ ſtrictius aggrediendum, & avidos Scientiæ naturalis ad Geometriam prius addiſcendam horter: ut, ne priores ſuum omnino tempus in ſpeculationibus humanæ vitæ nequaquam profuturis abſumant; neque poſteriores, operam præpoſtera methodo uſque navantes, a ſpe ſua decidant. Verum, ut, Geometris philoſophantibus & Philoſophis Geometriam exercentibus, pro conjecturis & probabilibus quæ venditantur ubique, Scientiam Naturæ ſummis tandem evidentiis firmatam nanciſcamur. Itaque ad inſtitutum redeo, de Coloribus ſecundum præcedentes quinque Propoſitiones explicatis diſceptaturus.

PRO-

PROPOSITIO I.

Radiis diverſe refrangibilibus diverſi competunt Colores.

Quo primum comprobem, repetamus experimentum Priſmatis ſub initio propoſitum; nempe, Radii ſolares obtenebratum cubiculum ad foramen F (*Fig.* 65. *Tab. XIV.*) ingreſſi, a Priſmate A B C, quamproxime foramen iſtud intus diſpoſito, refringantur, tendentes deinde verſus oppoſitum parietem H I ad imaginem P T ibi depingendam; & imago illa, ut vulgo notum eſt, Coloribus tingetur, quorum rubeus ad extremitatem T a recto curſu minus deviantem, & purpureus ad alteram procliviorem extremitatem P procidet; cæruleus autem, viridiſque, & flavus ad Q, R, & S, intermedia loca, cernentur. Conſtat itaque, quod Radii maxime refracti Purpuram exhibent, & minime refracti Ruborem ceterique, intermediam Refractionem paſſi, Colores in ordine præfinito intermedios. Sed in majorem evidentiam, tum doctrinæ de Radiorum diverſa Refrangibilitate ſub initio propoſitæ, tum hujus doctrinæ, quod certis Refrangibilitatis gradibus certi conveniant Colores, videamus e contra, an diverſi Coloris Radii diverſam Refractionem patiantur; hoc eſt, an Radii verſus P tendentes Refractionem iterum majorem patiantur, quam qui tendunt verſus T; id, quod variis modis tentare liceat, quorum facillimum & maxime perſpicuum ſequentem exiſtimo.

Sume aliud Priſma *a b c*, (*Fig.* 65. *Tab. XIV.*) & illud alicubi inter primum Priſma A B C, & imaginem P T, ita colloca, ut ſit illi Priſmati A B C tranſverſum, ſive parallelum imagini P T, Radioſque verſus P T tendentes intercipiat, & alioverſum refringat, puta, verſus *p t*. Hoc facto, imaginem *p t*, Refractionibus utriuſque Priſmatis ſic effectam, videbis, ut prius, coloratam, ſed in alio tamen ſitu diſpoſitam; non parallelam imagini P T, ſed ſecundum extremitates rubras manifeſto convergentem. Jam, cum Radii ad utroſque Colores, rubrum T, & purpureum P pertinentes, ſimiliter incidant in Priſma ſecundum *abc*, ſi eandem præterea Refractionem paterentur, imagines P T, & *p t* deberent eſſe parallelæ, & ideo, cum non exiſtant parallelæ, ſed imaginis *p t* extremitas purpurea *p* longius ab altera imagine P T transferatur, quam extremitas rubea *t*; neceſſario concedendum eſt, quod Radii ad extremitatem purpuream P tendentes magis refringantur, quam qui tendunt ad extremitatem rubeam T: hoc eſt, quod Radii generantes Purpuram apti ſunt, ut magis refringantur, quam Ruborem efficientes; atque idem quoque de Coloribus intermediis eadem ratione conſtabit, ſicut oſtendendum propoſui.

In experiendis hiſce notari poterit, quod, quo vicinius anteriori Priſmati A B C, ſive quo remotius a pariete H I collocetur Priſma poſterius *abc*, imagines *p t* & P T, eo magis ab invicem diſtantes, etiam ad ſe magis inclinabuntur; adeo ut angulum ſemirectum vel paulo minorem eo contineant, cum Priſmata collocantur ad invicem viciniſſima; cujus rei ratio facillima eſt conſideranti, quod diſtantiæ P *p* & T *t* ſunt in ratione quadam data. Sic, in *Fig.* 66. *Tab. XIV.*, ſi parallelæ P *p* ac T *t* ſint in ratione data, quo majores exiſtant, eo major erit inclinatio linearum omnium *p t*. Et hinc patet axes imaginum omnium productos convenire ad commune aliquod punctum cum axe ipſius P T.

Si forte concurſus imaginum deſideretur, Radii O F a Sole directi eo uſque producantur, donec occurrant cum plano H I, in quod dictæ imagines projiciuntur, quemadmodum videre eſt ad X; id, quod fiet auferendo Priſma A B C, ut jubar per F trajectum recta tendat ad X; & erit X locus, ad quem imagines P T & *p t* convergunt. Nam, quemadmodum Radii maxime refrangibiles cadunt in P ac *p*, & minime refrangibiles in T & *t*, conficientes imagines oblongas P T ac *p t*, ſi alii præterea Radii darentur minus adhuc refrangibiles, illi citra punctum T ac *t* in papyrum I H caderent, quo pacto imagines illæ paulo longiores evaderent, auctæ ſci-

ſcilicet ad extremitates T ac *t*. Atque ita, ſi fingeremus Radios gradatim minus, atque adhuc minus, refrangibiles dari, uſque dum deventum eſſet ad Radios adeo pertinaces, ut non poſſent omnino refringi, illi Radii Priſmata ſine aliqua Refractione pertranſeuntes, incidere deberent in ipſiſſimum punctum X, ad quod poſuimus Radios a Sole directe venientes tendere. Imagines itaque P T & *p t* ſic productæ convenirent ad X, & proinde ad idem X convergunt. Ceterum, dubitari poteſt; an imagines illæ, ſi eo uſque producerentur dum convenirent ad X, forent accurate rectæ, vel paululum incurvatæ; neque iſtud, (cum multi foret laboris & parvi momenti,) jam lubet determinare; ſufficit, quod, ex obſervatione, quamproxime convergunt ad X.

De hoc experimento ſub initio obſervabam, §. XXIII., quod omnibus adverſatur objectionibus, quæ contra doctrinam de inæquali Refrangibilitate traditam proponi poſſunt; ex eo quod per tranſverſam Refractionem ſecundi Priſmatis conſtat inæquales Refractiones non eſſe fortuitas & irregulares; neque ex Radii cujuſque diffuſione vel dilatatione ortas eſſe, aut alia quavis cauſa, præter diſpoſitionem cujuſque Radii ad Refractionem in gradu aliquo certo & conſtante patiendam; quandoquidem cujuſque Refractio in utroque Priſmate ſecundum illam legem peragitur. Addo jam, quod exhinc etiam conſtat, Refractiones ſingulorum Radiorum ſecundum eaſdem leges peragi, ſive commiſceantur cum Radiis aliorum generum, ut fit in alba Luce, ſive ſeparatim retringantur, Luce prius in Colores converſa. Nam, experiri eſt, quod ſimiles ſunt Refractiones poſterioris Priſmatis, cum proxime collocatur poſt alterum Priſma, antequam Lux per id trajecta tranſmigret in Colores, atque cum longius poſt illud Priſma ſtatuitur, ubi Lux evaſit colorata.

Si cui in poteſtate eſt inſtrumentum aliquod ad quantitates Refractionum accurate menſurandas paratum, nullus dubito, quin iſtius etiam ope ſeorſim dimetiendo Refractiones diverſorum generum Radiorum, facile obſervabit earum differentias, licet ego prædictis, tanquam manifeſtiſſimis, acquieſcens, haud operæ pretium duxerim rem aliis modis experiri. Verum, ut cuique magis pateat, quanta ſit prædictorum evidentia, quædam, quæ exinde ſcaturiunt notatu digniſſima, proferre non pigebit.

Sit F *f* (*Fig.* 67. *Tab. XIV.*) paries, vel operculum feneſtræ duobus foraminibus F & *f* Luci pervium, iiſque digitos duos ab invicem diſtantibus, & intus diſponantur duo Priſmata A B C, D E G, in ſitu ſibi invicem parallelo, & perpendiculari ad lineam F *f* per centra foraminum ductam; quæ duo Lucem ingreſſam refringunt ad imagines duas P T, & M N, in oppoſitum parietem projiciendas, ſimili prorſus modo, quo factum eſt in experimento priori; & præterea ſint anguli Priſmatum A C B, D G E, comprehenſi planis refringentibus, æquales; quibus ita conſtitutis videbis imagines P T, & M N, in directum jacentes cum extremitatibus earum T & M contiguis. Quod ſi non eveniat, ſitus unius e Priſmatibus parum mutandus eſt, donec extremitates contiguas eſſe cernas, vel forte nonnihil coincidentes. Purpura M, & Rubore T ſic juxta poſitis, adhibeatur Priſma tertium *a b c*, quod primis Priſmatibus & eorum imaginibus interponatur, in ſitu ad lineam F *f*, ſive ad imagines dictas P T, M N, parallelo; ita nempe, ut Radios utriuſque Priſmatis A B C, D E G, tendentes verſus P T, & M N, pariter intercipiat, eoſque refringens alio projiciat, quemadmodum ad *p t* & *m n*, adeo ut, quæ duobus Priſmatibus in priori ſpecimine facta ſunt, hic videas facta tribus.

His ita paratis & conſtitutis, videbis imagines *p t*, & *m n*, ab invicem disjunctas eſſe, quæ prius apud P T, & M N, fuerunt contiguæ & in directum poſitæ, ita quidem ut Purpura *m* in extremitate imaginis *m n* magis diſtet ab imaginibus primis P T & M N, quam Rubor *t* in extremitate imaginis *p t*; id, quod nullo modo potuiſſet accidiſſe, niſi Radii, ad Purpuram generandam apti, aliquanto magis refringerentur ex Incidentia pari, quam Radii generantes Rubedinem. Etenim, cum Radii Coloris utriuſque pariter incidant in Priſma poſterius *a b c*; pariter etiam emergerent, ſi æqualiter refringerentur; & exinde depingerent imagines *p t* & *m n*

prioribus P T & M N parallelas & in directum jacentes. Dixi Radios utriuſque Coloris, (purpurei, rubeique,) pariter incidere in Priſma poſterius *a b c;* quod ne moram injiciat alicui, concipiendum eſt, quod Radii F T tantum inclinantur verſus extremitatem ejus *c*, quantum alteri *f* M verſus extremitatem alteram *a b*, & ſic incident pariter, ſive ad eoſdem angulos, licet non paralleli. Si quis tamen velit efficere, ut incidant etiam paralleli, nihil aliud agendum eſt, quam ut alterum e Priſmatibus anterioribus A B C, vel D E G, circa ſuum axem paululum convertatur, donec inter T, & M, interiores imaginum extremitates, tanta intercedat diſtantia, quanta eſt inter foramina F & *f*, ſive quanta iſti rei ſufficiens videatur; imaginibus ad iſtam diſtantiam in directum jacentibus; & Priſmate *a b c* deinceps interpoſito, facile percipiet, quod incidentes parallele, emergent inclinati, tum quod imagines non amplius in directum jacebunt, tum quod Purpura M ad majorem diſtantiam transferetur, quam Rubedo T.

Si tria Priſmata non præſto ſint, experimentum jam recitatum duobus experiri poſſit, idque modo magis expedito & facili. Sit A B C D E (*Fig. 68. Tab. XVI.*) Priſma, cujus unum latus planum A B D E papyro denigrata tegatur, duobus parvis foraminibus F & *f* Luci pervia, quorum foraminum ſitus eſto ad longitudinem Priſmatis tranſverſus. Tunc, Priſmate hoc ita diſpoſito, ut Radii permeantes iſta foramina terminentur in oppoſitum quoddam planum, puta, papyrum H I; transferatur iſta papyrus ultra citraque, donec videas imagines duas P T, & M N, contiguis extremitatibus in directum conjunctas, ut prius; deinde, altero Priſmate *a b c* interpoſito in ſitu ad alterum tranſverſo, videbis imagines illas P T, & M N, ad *p t*, & *m n*, ita translatas eſſe, ut non amplius jaceant in directum, Rubedine *t* a T minus remota, quam Purpura *m*, ſicut in prioribus contingebat.

Eſt & aliud ex eodem fonte derivatum ſpecimen, haud expertu difficilius, aut minoris evidentiæ. Priſmate A B C, (*Fig. 69. Tab. XIV.*) juxta foramen F, ut prius, collocato, ad diſtantiam convenientem, (veluti duodecim pedum,) ſtatuatur aliud Priſma *a b c* in ſitu tranſverſo, reſpectu prioris, vel forte parallelo, aut alio quovis pro arbitrio; ita tamen, ut anterius Priſma A B C Lucem refractam & coloratam projiciat in aliquod ex planis lateribus *a c;* quod quidem latus obducatur papyro denigrata, & exiguo foramine G per medium transfoſſa, per quod aliqui ex Radiis ab anteriore Priſmate refractis tranſeant in hoc Priſma poſterius; ubi, cum rurſus refracti fuerint, pergant ad papyrum H I ab inde decem pedibus, vel pluribus, diſtantem. Quibus ita conſtructis & diſpoſitis, in ſitu illo figantur papyrus H I, & poſterius Priſma *a b c*. Denique præ manibus ſumatur anterius Priſma A B C, non ut moveatur e loco ejus, ſed ut motu tantum angulari nunc huc nunc illuc paululum inclinetur, ut alios atque alios Colores ſucceſſive trajiciat per foramen G in oppoſitam papyrum H I; & videbis, quod Color quilibet diverſus ad locum diverſum perget. Veluti, cum ea ſit poſitio Priſmatis A B C ut rubeum Colorem projiciat in G, ſi ponatur, quod ille ab altero Priſmate *a b c* refringatur ad T, tum, poſitione Priſmatis A B C paululum mutata, inclinando circa axem donec Purpura cadat in G, videbis, quod ille Color juxta obliquiorem tramitem refringetur, puta, ad P; & pari modo, ſi Color aliquis intermedius incidat in G, idem refringetur ad locum ipſis P & T interjacentem. Quamobrem, cum Radii cujuslibet generis pergentes a foramine F poſitione dato ad foramen G poſitione datum, & ideo ſimiliter incidentes in Priſma poſterius *a b c*, refringantur ad loca diverſa P, T, ceteraque intermedia, conſtat, quod inæqualiter refringantur; &, cum refractus G P obſervetur magis deflectere ab incidente F G, quam refractus G T, conſtat, quod Radii Purpuram exhibentes magis refringantur, quam exhibentes Ruborem; ceterique deinceps in ordine intermedio.

Siqua forſan oboritur ſuſpicio, quod ex motu Priſmatis A B C foraminibus F, & G, interpoſiti, Incidentia Radiorum diverſos Colores efficientium tantum varietur, quantum ſufficiat ad varietatem efficiendam locorum P, T, &c., ad quos refringuntur, quamvis motus iſte ſit exiguus & ineptus huic effectui; tamen, ut ſuſpicio illa

illa prorſus eximatur, anterius Priſma ABC ad alteras partes foraminis F, Solem verſus, collocandum eſt, ut Radii incidentes in foramen G directe veniant a dicto foramine F: eo enim pacto, cum foramina F, & G, poſitione determinentur, poſitio Radiorum per utrumque trajectorum determinabitur, eademque accurata erit omnium Incidentia, quoſcunque Colores exhibentium, & tamen diverſicolorum Refractio non ſecus peragetur ad loca diverſa P, T, &c., quam modo explicui.

Ex abundanti denique placet alium recenſere modum, quo hæc eadem tentari poſſint, ne copia deſit experturis. Nimirum Radiis, ut prius, per Priſma ABC (*Fig.* 70. *Tab. XV.*) trajectis, ad diſtantiam quamlibet, puta, viginti pedum, adhibeatur Speculum planum quale IK, vel GH, quod eoſdem verſus locum quemvis D reflectat, ubi per aliud Priſma LMN tranſmittantur denuo verſus *p*, vel *t*. His poſitis, ſi Speculum iſtud ita collocetur ad IK, ut rubrum Colorem reflectat, & notetur locus *t*, ad quem hi Radii tendunt poſtquam tranſiere per Priſma LMN; deinde Speculum ſtatuatur ad GH, ut violaceum, vel cæruleum Colorem ad idem Priſma LMN ſecundum eandem Lineam PTD reflectat, & notetur locus *p*, ad quem iſti etiam Radii a dicto Priſmate LMN refringuntur; invenietur, quod cæruleus Color, verſus *p* refractus, longius divaricabit ab incidentibus Radiis PTD, quam rubeus, refractus verſus *t*: Atque adeo, quod Radii, cæruleum generantes, majorem Refractionem patientur, quam generantes rubeum.

Cum veritatem propoſitam ſic fecerim ſtabilitam, hanc Propoſitionem concludam, adnotando connexionem & affinitatem, quam Coloribus, & Refractionibus intereſſe dixeram; nempe, ex oſtenſis non ſolum pateat, quod diverſa Colorum genera eum definitis gradibus Refrangibilitatis reciprocantur; ſed & iiſdem experimentis probatur, dari Radios diverſe refrangibiles, & Radios diverſe refrangibiles eſſe diverſi Coloris; iiſdemque probatur e contra Radios diverſicolores eſſe diverſe refrangibiles, & inde Radios diverſe refrangibiles dari. Et ſcopus eorum, quæ in primis Lectionibus de diſpari Refrangibilitate Radiorum edocui, quoad cauſas Colorum intelligendas, multum illuſtratur, ut pateat, quod una abſque aliis dilucide tractari nequeant.

PROPOSITIO II.

Radiorum formæ, ſive diſpoſitiones colorificæ, non ſunt Refractione mutabiles.

Tranſacta aſſertione, quod diverſicolores Radii ſint diverſe refrangibiles, & e contra; videamus, an cujuſcunque Radiorum ſeorſim ſpectati generis Color a Refractione mutari poſſit; & hoc a noviſſime tradito experimento quadantenus decernitur. Scilicet, cum extrema Purpura incidebat in foramen G (*Fig.* 69. *Tab. XIV.*), Radii ſecunda vice ad P refracti Purpuram iterum exhibuere, ſine aliqua Flavedine, Rubore, aut Viriditate exinde generata; &, cum extrema Rubedo in G projiciebatur, eadem Rubedo in T abſque violaceo, cæruleo, aut viridi emergente apparuit.

Sed experimentum nondum omnibus numeris abſolutum eſt; nam, ubi Priſma *abc* non tranſverſum, ſed alteri Priſmati ABC parallelum ſtatuebatur, e Purpura cæruleus, & e Rubedine flavus eliciebatur, præſertim ſi non ſummæ Colorum extremitates per G trajiciebantur; cum autem Viriditas trajecta fuit, Colores utrinque proximi, (cæruleus nempe, & flavus,) emerſere; & ſic flavus citriuſque, Ruborem, & Viriditatem, ac cæruleus, Viriditatem, & Purpuram præbuerunt: Eorum itaque reminiſci oportet, quæ ſub initio, de more quo oblonga hæc imago PT ex circulis in directum poſitis formatur, explicui; & inde conſtabit hoſce Colores, non ſimplices eſſe, ſed e plurium miſtura componi. Nam, concipe genus Radiorum æqualiter refrangibilium, & intenſam Purpuram generantium, ab integro ſolari diſco profluere, & per Priſma verſus imaginem PT (*Fig.* 71. *Tab. XV.*) traje-

ctos, incidere in circulum A C. Deinde, aliud concipe Radiorum paulo minus refrangibilium genus in alium circulum Y Z, (qui priorem in G contingat,) incidere; & manifeſtum eſt, quod nulli iſtorum generum Radii commiſcebuntur; quippe, cum circulos A C, & Y Z, ex nulla parte coincidentes occupant. Quod ſi tertium Radiorum, intermediam Refractionem paſſorum, genus, in circulum E F, quaſi in medio poſitum, incidere fingas, patebit aliquos ex iſtis cum utriſque prioribus in ſpatiis H I & K L miſceri, in quibus nempe circuli ab illis illuminati coincidunt; atque ita, ſi concipias imaginem totam P T ex innumeris circulis in longum diſpoſitis componi, quorum quilibet a diverſis Radiorum generibus illuminatur, conſtabit, quod in omni ejus parte Radii heterogenei commiſceantur, quibus deinde per iteratam Refractionem magis ſegregatis, Color quilibet in ſimpliciores reſolvi debet. Sic, in viridi latet flavus, & cæruleus, qui tamen non conſpiciuntur, tum, quod viriditatem generantes, ſive, (ut perſpicuitatis gratia voces fingam,) viridiformes Radii propter copiam præpollent, tum, quod flavus & cæruleus viridem componunt, ſed quatenus per ſecundam Refractionem ſecernuntur, unuſquiſque ſub propria forma videbitur. Et ſic in aliis.

His perſpectis, periclitatus ſum, quid e pluribus Refractionibus eveniret, hoc fictus conſilio, quod Colores iteratis Refractionibus plus pluſque mutari deberent, ſi modo a ſingulis quamlibet internam mutationem paterentur; contra vero, ſi non intrinſecus mutati, ſed per divergentiam difformium Radiorum e miſturis tantum educti & ſegregati eſſent, tum apparentes mutationes iteratis Refractionibus minores fieri; propterea quod Colores qualibet vice ſimpliciores evaderent: & experienti poſterior caſus evenit. Scilicet, cum Coloris per poſterius Priſma *a b c* trajecti, partem aliquam tertio Priſmate ad diſtantiam aliquot pedum diſpoſito exceperim, Color ille denuo trajectus adeo perdurabat, ut, ſi ratione non conſtitiſſet mutationem aliquam eventuram fuiſſe, ſenſu judice haud mutari percepiſſem. Tentabam deinde, ſiquam quarta Refractione mutationem ſenſibilem inducere potuerim, ſed fruſtra. Interea cavendum eſt, ne foramina F, ac G, ceteraque, per quæ Lux tranſit, majora ſtatuantur, quam exigunt Colores, ut evadant perſpicui.

Eſt & alia methodus, qua diverſi Colores ab invicem ſegregari poſſunt, ut in ſegregatis examen ſtatuatur; ſcilicet experimentum ſub initio traditum eſt, quo Solis imago P T, per contractionem cujuſque circularis imaginis, oblongam illam efformantis, multo oblongior, quam alias, evaſerit. Nam, in contracta imagine *p t*, (*Fig.* 72. *Tab. XV.*) quæ totidem conſtat circulis, eadem centra retinentibus, quot ſunt in majori P T, circuli minus coincidunt. Sic enim A C, & E F, ex parte H I coincidunt; at, cum in minores *a c*, & *e f*, contrahuntur, videre eſt, quod ex omni parte ab invicem diſtant, & ſic de aliis. Quamobrem, cum circuli a diverſis Radiorum generibus illuminati jam minus confunduntur, Colores evadent minus commixti, utut non fient omnino ſimplices, propterea quod circuli inter *a c*, *e f*, ceteroſque poſiti, cum illis ex aliqua ſua parte poſſint coincidere. Sed hac de cauſa plures ejuſdem cujuſque Coloris gradus tantum commiſceri poſſunt, ut cyaneus & indicus, in cæruleo: coccineus, minius, & fortaſſe citrius in rubro, & ſic de aliis. Quæ quidem miſtura ſemper fiet eo minor, quo imago *p t* in anguſtiorem contrahitur.

Diſpoſui itaque Priſma A B C, (*Fig.* 73. *Tab. XV.*) una cum Lente L M ad diſtantiam quaſi decem pedum a foramine F, per quod Sol illuxit cubiculum; & Radii, per hæc duo vitra trajecti, deſideratam imaginem contractam *p t* ad pedes exinde decem, circiter, formabant; Lente L M exiſtente tali, ut Radios parallelos ad focum quinque pedibus a ſe diſtantem cogeret. Deinde aliud adhibui Priſma H I K, cujus latus planum H I velamine nigro, ad *n*, (ut dictum eſt,) transfoſſo, tegebatur; & ad imaginem *p t* ſtatui, ubi Colores, ſecundum latitudinem, maxime contractos & diſtincte terminatos vidi, ut eorum aliquis pro arbitrio tranſmitteretur per *n* in parietem, vel papyrum Y Z. Quibus poſitis, obſervabam deinde, quod Colores hoc modo multo minus a repetitis Refractionibus mutati fuerint, quam

in

in præcedentibus. Cum Rubor per *n* tranſmiſſus eſt, idem Rubor ad Y Z apparuit, & non alius Color quiſpiam, demptis variis ejuſdem gradibus, ut coccineo & minio: Et ſic Viriditas in varios ſolummodo gradus diſcreta fuit, ex una parte vergens ad flaveſcentem Viriditatem, & ex alia thalaſſinum; ſed in flavum aut cæruleum, aliumve Colorem quemvis, ex nulla ſui parte transformari potuit. Atque idem in aliis Coloribus contigit.

Obſervabam præterea, quod, cum foramen F factum erat anguſtius, ut, per imaginis *pt* majorem contractionem, Colores evaderent ſimpliciores, Colores ad Y Z trajecti minus adhuc mutati fuerint; & vix aliquam mutationem ſenſibilem paſſi fuiſſe videbantur, cum foramina non latius duodecima parte digiti patuere; hoc tantum excepto diſcrimine, quod Lux apud *pt* fortior erat, (quia magis contracta,) quam apud Y Z. Atque adeo nil dubitandum eſſe cenſeo, quin Colores evaderent prorſus immutabiles, ſi modo per indefinitam parvitatem foraminum F, & *n*, omnino in ſimplices diſcerni poſſent. Et hoc ex eo etiam confirmatur, quod, cum texi Lentem L M juxta perimetrum ejus velamine nigro, per medium ad latitudinem fere ſemiſſis digiti circulariter pertuſo, figura imaginis Y Z pene orbicularis evaſit; & eo magis orbicularis, quo magis foramen F contraxi. Id, quod notari vellem, cum plurimum illuſtret, cauſam imaginis T P in longitudinem diductæ non aliam fore, quam Radiorum Coloribus diſſimilium diverſam Refrangibilitatem.

Ceterum, quo propoſitum adhuc magis pateat, & ex abundanti ut conſtet, quinam ſint Colores primitivi, adverto circulos A C, E F, Y Z, *Fig.* 71. 72. *Tab. XV.* ceteroſque in alternas partes juxta lineam, quæ per omnium centra tranſit, maxime extendi, & ab invicem recedere, antequam attingant parallelas rectas A B & C D, quibuſcum imago illa utrinque terminatur. Sic A C & E F, ſe mutuo ſecantes in H & I, recedunt poſtea, non omnino coincidentes in triangulis A H E & C I F. Colores itaque, juxta ipſiſſimas extremitates A B & C D, ſunt omnino ſimplices. Et ex hoc fundamento propoſitum aſſequi poſſem, ſed, cum circuli illi, ſtatim ut ab extremitatibus ipſis recedunt, inter ſe mutuo nimis interſerantur, quam ut Colores per aliquam ſenſibilem latitudinem ſatis ad experimenta commode inſtituenda ſegregentur; rem potius ad hunc modum aſſequar.

E præoſtenſis conſtat, figuras, ex quibus in longum diſpoſitis imago P T componitur, circulares eſſe propter Solis diſcum circularem; & inde, ſi diſcus ille triangularis eſſet, vel alia quacunque non circulari perimetro terminatus, illæ etiam figuræ, vel triangulares, vel alio quovis modo ad inſtar Solis terminatæ evaderent. Et par eſt ratio de foramine F, & figuris ad inſtar illius foraminis, ex quibus in longum ſimiliter diſpoſitis imago *pt* conſtituitur. His animadverſis, vice orbicularis foraminis F triangulare ſubſtituitur, cujus altitudo verbi gratia ſit pluſquam digiti, baſis tertiæ, quartæve, partis digiti, & crura æqualia. Et, Priſmate A B C ad trianguli hujus perpendiculum exiſtente parallelo, imago *pt* (*Fig.* 74. *Tab. XVI.*) quadrilatera ex triangulis *caf*, *em*h, *gni*, ceteriſque infinitis multis efformata eſt, quibus, juxta baſes in linea *cd* poſitas, cum ſe mutuo partes maxime communicantibus, exinde ad uſque ipſorum vertices receſſio gradatim facta eſt, donec in verticibus ad rectam *ab* ſitis penitus diſſocientur; adeoque Colores ibi ſimplices evadunt.

Jam vero obſervabam, quod ſimplices, ſive primitivi Colores, juxta terminum *ab*, etſi longe debiliores, tamen (ſenſu judice) ejuſdem ſpeciei apparuere, ac compoſiti juxta terminum *cd*, cujus rei ratio eſt, quod Color quilibet primitivus per commiſſuram Colorum utrinque confinium exhiberi poteſt, ut in ſequentibus patebit. Colorum vero, quos hoc pacto primitivos eſſe conſtitit, gradus eſſe inſigniores: coccineus ſive purpureus, minius, citrius, luteus, ſive heliocryſeus, ſubflava viriditas, gramineus, thalaſſinus, cyaneus, indicus, & ejuſmodi Violaceus, qui ad uſque extremitatem imaginis extendebatur, ſed abſque immiſta rutili alicujus fulgoris tinctura apparuit, ſi modo cubiculum factum fuerit valde tenebroſum.

Ob-

Digitized by Google

Obſervabam prætera, quod Coloribus hiſce juxta terminum *a b* conſpicuis, non potui ſenſibilem ſpeciei mutationem Refractionibus utcunque repetitis inducere. Quinetiam tentabam, ſi quo alio pacto mutare poſſem, quemadmodum reflectendo a corporibus diverſimode coloratis. Sed in eo fruſtra fui; nam, (ſuperflua Luce quaquaverſum penitus excluſa,) ſi cæruliformes Radii in Aurum incidere, illud Aurum cærulei Coloris evaſit: ſi flaviformes in Indicum incidere, flaveſcebat Indicum. Et ſic in ceteris, adeoque hanc propoſitionem ſatis, ſuperque, ſtabilem eſſe cenſeam.

PROPOSITIO III.

Colores albi & nigri, cum cinereis, ſive fuſcis, intermediis, ex Radiis uniuſcujuſque ſpeciei confuſe miſtis generantur.

Aſſertionis veritas e præcedenti Propoſitione manifeſta eſt; nam Colores qui non ſunt ex primitivis, (quales non reperiuntur jam recenſiti,) per compoſitionem generari neceſſe eſt. At non gravabor tamen fuſius probare; idque potiſſimum, cum Lucem, cui Color albus competit, ex Radiis, quoad qualitates colorificas æque ac Refrangibilitatem, heterogeneis componi, eaque de cauſa albere, certiſſime conſtat. Proponitur itaque jam monſtrandum eſſe, quod, cum omnes omnino Colores, quos Priſmata generant, debite commiſcentur, Albedo exinde reſultabit; deque tali miſtura perfecte componenda plures modos, eo quo cogitabam ordine, recenſere animus eſt.

Ac primo rem aggreſſus ſum cum pluribus Priſmatibus ita diſpoſitis, ut Colores eorum in eundem locum inciderent, & ſic inter ſe miſcerentur. Sint A B C, D E F, ac G H I (*Fig. 75. Tab. XVI.*) tria Priſmata juxta ſe ſitu parallelo ita diſpoſita, ut alterum D E F ſit alteris duobus A B C, & G H I, utrinque viciniſſimis intermedium, in morem trium linearum conficientium capitalem literam græcam Ξ; & Lux per unumquodque Priſma libere tranſiens, excipiatur in papyrum P T, pede uno, vel duobus, poſtpoſitam. Coloribus omnium Priſmatum ſic in ipſam P T projectis, convertantur Priſmata circa proprios axes, & videbis Colores iſtos ſibi invicem accedere, vel recedere. Quare convertantur, donec talis ſit eorum ſitus, ut unius Priſmatis A B C Rubor, & alterius G H I Purpura, vel Color indicus, cum Viriditate tertii D E F coincidant, ſicut vides factum ad R; & ex iſtis Coloribus ita ſibi commixtis Albedinem generari cernes, Colore purpureo & cæruleo juxta P conſpecto; rubeo vero, & flavo juxta T, & albo juxta R ceteros intercedente.

Ceterum in iſtis experiendis convenit obſervare ſequentia. Primo, ſi anguli Priſmatum planis refringentibus contenti, A C B, D F E, & G I H, ſint inæquales, præſtat, ut illud Priſma, cujus angulus G I H maximus eſt, ponatur verſus exteriorem partem anguli contenti Radiis incidentibus & refractis; & iſtud verſus interiorem, cujus angulus A C B eſt minimus.

Secundo, aperturæ, per quas Lux tranſmittitur trans Priſmata, debent eſſe magnæ; imo convenit, ut tranſitus Luci per tota Priſmata pateat, obſtaculo nullo adhibito; neque opus eſt, ut experimentum in tenebris peragatur, ſicut in aliis quamplurimis requiritur.

Tertio, papyrus P T, in quam Colores incidunt, non nimis diſtare debet a Priſmatibus: ſufficit diſtantia pedum, plus minus, duorum. Has autem aperturas & diſtantiam ſtatuo, ut Colores eo melius commiſceantur ad Albedinem perfectiorem componendam.

Quarto, ut Colores ad R facilius etiam & ſatius commiſceantur, Priſma A B C ſtatuatur in ſitu quocunque tali, ut Radii, tum ingredientes, tum emergentes, Refractionem, præterpropter, æqualem patiantur, & in eo ſitu figatur. Et Colores ejus ad diſtantiam duorum pedum excipiantur, vel ad eam potius, ubi vides flavum

ejus

ejus & cæruleum modo contiguos, Albedine intermedia tum evaneſcente. Poſtea figatur aliud Priſma G H I in tali ſitu, ut Purpura ejus contingat Ruborem alterius A B C, non autem coincidat illi, & linea contactus notetur. Deinde tertium Priſma D E F ſic fige, ut ejus Colorum medietas cadat in dictam lineam contactus; quod ubi contingit, facile cognoſces, intercipiendo Lucem cetera Priſmata ingreſſuram. Denique papyrus P T ultra citraque transferatur paululum, donec videas Albedinem perfectam in medio Colorum ad R generari. Quam quidem Albedinem ex variis Coloribus compoſitam eſſe conſtabit, intercipiendo Colores unius, duorumve Priſmatum, priuſquam attingant papyrum; nam, loco Albedinis, eos, quos non intercipis, Colores intueberis.

Denique, ſi velis, ut Colores cujuſque Priſmatis perfectius miſceantur, poſſis adhibere plura Priſmata, modo præſto ſint; tamen eventus non deerit expectationi, ſi tria tantum adhibeas. Etenim, Colores cujuſque Priſmatis ſeorſum ſpectati non ſunt omnino ſimplices, ſed viridis & rubeus nonnihil miſcentur in flavo, & purpureus ac viridis in cæruleo, & ſic de reliquis, quemadmodum in ſequentibus oſtendetur; & inde fiet, quod cum tria tantum Priſmata adhibentur, non ſolum tres Colores, rubeus, viridis & indicu: commiſceantur in R, ſed etiam cæruleus & flavus, una cum omnibus eorum gradibus intermediis, iſtam Albedinis compoſitionem ingrediantur.

Verum, cum tot Priſmata in ſitu tam accurato diſponere, propter motum Solis & alia incommoda, difficile forſan & laborioſum ſimul inveniatur, niſi adhibeatur machina quædam ea de cauſa fabricata, ut ejus ope Priſmata in deſiderato ſitu figantur; alium propterea modum profero, quo iſta negotio leviori, idque unico Priſmate, periclitari poteris. Sumatur papyrus, vel aliud opacum corpus attenuatum in morem laminæ; & in eo confodiantur oblongæ rimæ ſex, aut plures, parallelæ, quarum latitudines ſint æquales diſtantiis, aut iis paulo majores. Deinde papyrus iſta figatur alicui ex planis lateribus Priſmatis. Sit illud latus papyro obductum A C E D, (*Fig. 76. Tab. XVI.*) & rimæ in papyro exciſæ litteris *l* deſignentur, quarum ſitus eſto parallelus ad E C, concurſum laterum refringentium Priſmatis, ſive ad verticem ejus. Papyrus autem debet toti iſti plano A D E C ſuperindui, nequa Lux, alibi tranſmiſſa quam per prædictas rimas, perturbet experimentum. Tum Priſma ſtatuatur in Luce Solis, ut Radii ejus per dictas rimas id ingrediantur, vel, poſtquam refracti fuerint, per eas egrediantur; & in iſto ſitu figatur. Quo facto, ſumatur alia papyrus P T, quæ ſic teneatur a Poſtica parte Priſmatis ad diſtantiam trium, duorumve, digitorum, ut in eam Lux terminetur; & videbis tot lineas Colorum, quot ſunt oblongæ rimæ *l*, quarum linearum cuique tot competunt Colores, quot ſolent apparere virtute Priſmatum. Nempe, quælibet rima ſubit officium unius e Priſmatibus, experimento priori adhibitis, & proprios Colores, cæruleum, rubrum, ceteroſque, generat quaſi tot eſſent Priſmata, quot ſunt rimæ. Porro, ſi papyrus P T longius differatur a Priſmate, coloratas iſtas lineas paululum dilatari cernes, & interjecta ſpatia minui, donec abſorbeantur a Coloribus tandem factis contiguis. Et, ſi papyrus adhuc longius differatur, Colores a diverſis rimis effecti, rubri cum cæruleis primo, deinde alii cum aliis, incipient plus pluſque miſceri; & ſic ſeſe paulatim diluent, donec, cum miſtura ſatis abſoluta eſt, convertantur in Albedinem, præterquam in eorum extremitatibus P ac T, ubi mixtura & confuſio fere nulla eſt. Et iſthæc accidunt, cum papyrus P T quaſi ad diſtantiam decem, vel duodecim vicibus majorem ipſa A C, vel B C, latitudine planorum Priſma conſtituentium, amovetur. Quod ſi amoveatur adhuc longius, abſimilium Radiorum commiſtio perfectior fortaſſe evadet, ſed Colores purpurei & cærulei ad P, ac flavi ac rubri ad T, latiores fient, & interjectum ſpatium album minuetur, donec totum deſtruatur ab iſtis Coloribus occupatum.

In hiſce autem experiendis cavendum eſt, ut oblonga foramina *l*, ſint accurate æqualia, & æqualibus diſtantiis ab invicem diſſita, ne, Luce magis copioſa per aliquod ingreſſa quam per cetera, Colores exinde generati prævaleant ceteris, &

mi-

miſturam perfectam conturbent ; & ſic , vice Albedinis , Colores apparebunt hinc illinc more fortuito ſparſi. Illa vero diſtantia rimarum *l*, ut & earundem latitudo, non male ſtatuitur eſſe pars digiti , circiter , duodecima , aut ea major forte , ſi Priſma ſatis amplum adhibeas. Quinetiam, ſi cupias, ut experimentum ſit omnibus numeris abſolutum , vice Priſmatum vitreorum vulgo venalium , (quæ ſunt nimis gracilia ,) debes amplioribus uti , qualia poſſis efficere ex laminis vitreis utrinque perpolitis , & conjunctis in morem vaſculi priſmiformis ; quod vaſculum impleatur aqua clariſſima , & undique cemento obturetur . Non multum refert , quænam ſit hujus latitudo; ſufficit , ut ſit trium digitorum . Sed refringentia latera debent eſſe quatuor, vel ſex digitos lata , aut amplius , ut rimæ præfatæ *l* , cum diſtantiis earum , fiant majores & plures & magis accuratæ . Sin utaris anguſtioribus , qualia vulgo venduntur , Colores externi juxta P ac T dilatando prius deſtruent interjectam Albedinem , quam perficiatur per remotionem papyri P T . Et illa præterea, quæ in totum conſtant ex vitro , Colore aliquo , vel viridi , vel flavo , plerumque tinguntur ; & Radios ita tingunt in tranſitu , ut Albedinem perfectam exhibere nequeant.

Jam vero audire videor objectionem , ex receptis Philoſophorum opinionibus depromptam . Dicat enim aliquis , quod Colores , revera & proprie loquendo , non miſcentur , ſed deſtruuntur potius ; idque ea de cauſa , quod umbræ vicinia , quæ neceſſaria eſt ad productionem Colorum, tollitur, cum Radii per diverſas rimas trajecti commiſceri incipiunt ; & propterea, quod, Radiis ſic mixtis , quorum motus inter ſe diſſentiunt, neceſſe eſt , ut iſti motus deſtruant alterutros , quibus ceſſantibus, Color omnis perit , & in Albedinem convertitur . Sic Carteſianus aliquis contendat forte , quod, cum globuli miſcentur, quorum rotationes contrariantur ſibi , neceſſe eſt , ut impediant ſeſe , & alternos motus deſtruant . Et ſic alii objiciant alia .

Sed , reſponſio multiplex in promptu eſt ; & imprimis inquam, quod , cum umbræ Coloribus interjectæ primum evaneſcunt removendo papyrum P T , Colores tamen non ideo pereunt, neque minimum immutantur, donec incipiunt miſceri per remotiorem diſtantiam papyri ; & Albedo non producitur , donec per diſtantiam adhuc remotiorem , miſtura Radiorum omnis generis evadat perfecta. Unde confinium umbræ non eſt neceſſarium ad Colores producendos , neque Albedo generatur ex iſto ſublato.

Secundo, Colores , qui primo omnium miſcentur, nimirum purpureus, ſive violaceus, & rubeus, videntur maxime eſſe omnium diſſimiles , propterea quod adverſas Colorum extremitates occupent . Quamobrem itaque motus eorum contrarii non deſtruunt ſeſe , neque Color albus generatur, antequam ceteri etiam Colores omnes miſcentur.

Tertio , cuique licet obſervare , idque nullo negotio , quod Colores non omnino mutantur, trajiciendo Radios per medium quantumvis luminoſum : ſic Colores Priſmatum ſunt iidem, ſive trajiciantur per ſpatium illuminatum , ſive tenebris involutum ; & res omnes eodem modo coloratæ cernuntur, ſive conſpiciantur cum Lumen Solis trajiciatur per intermedium ſpatium , ſive cum excludatur ; id , quod ſecus eſſet , ſi Lux in Lucem per idem medium tranſeuntem poſſet agere. Quinimo, ſi Radii duobus Priſmatibus refracti ſeſe decuſſent , poſtquam ab invicem diſcreti ſunt , eoſdem Colores efficient , quos alias efficerent , ſi non omnino miſcerentur . Id , quod non poſſet evenire, ſi Radii diverſis Coloribus tincti ſibi mutuo per eadem ſpatia tranſeuntibus mutationem aliquam inducerent.

Quarto , cum in illa diſtantia papyrum P T fixeris , ubi Colores Albedinem optime componunt , ſtatuatur alia papyrus Y Z ad diſtantiam duorum, vel trium , digitorum a Priſmate , & in ea notentur lineæ coloratæ , tum exſcindantur iſtæ partes papyri, in quas dictæ lineæ ceciderе ; factis , eo pacto, rimis oblongis v, v, v, v, v, v , parallelis & æqualibus , ut & æque latis ac diſtantibus : deinde papyrus iſta Y Z in locum ſuum reſtituatur tres digitos, circiter , a Priſmate diſtantem , ut

per

Digitized by Google

per rimas ejus Lux colorata trajiciatur ad alteram papyrum P T longinquiorem; quo facto, poſſis obſervare, quod, ſi parum deprimas papyrum Y Z, ut purpureos Colores, & cæruleos ſuperioribus labris rimarum ejus impingentes intercipiat & tranſmittat ceteros, Albedo ad papyrum P T convertitur in rubeum Colorem, aut citrium, vel flavum: ſin attollas eam, ut rubei & flavi labris inferioribus intercipiantur ceterique perlabantur, Albedo iſta convertitur in purpureum, indicum, & cæruleum; perinde ut fieri oportet in mixtura Colorum; nam, unis e mixtura ſublatis, alteri debent ad propriam ſpeciem & formam reſtitui.

Quinto, papyro Y Z ſublata & reliquis ſtantibus, papyrum alteram P T in meditullio Albedinis acu perfora, ut Lucis ejus alba portiuncula trajiciatur, quam deinceps accipe in aliam papyrum, iſti P T ad diſtantiam quatuor, vel ſex, digitorum poſtpoſitam, &, vice Albedinis, Colores iterum apparebunt. At, quomodo Colores illi de novo generari potuiſſent, ſi deſtruerentur in productione, potius quam miſcerentur, non video. Concedendum eſt itaque, quod tantum miſcentur, & quod Radii variis Coloribus tincti, & promanantes a diverſis rimis, *l*, *l*, decuſſant ſeſe in dicto foramine acu effecto; &, poſtea divergentes ab invicem, gradatim ſegregantur, & ſegregati proprios iterum Colores depingunt, quemadmodum poſthac fuſius explicabitur. Ad eundem præterea modum, ſi Speculum aliquod planum & exiguum K ſtatuas in medio Albedinis, ad P T papyrum effectæ, ita quidem, ut aliquos ex albificantibus Radiis alioſum, veluti ad *p t*, reflectat; Lux alba ſic reflexa degenerabit in Colores, quos videre eſt ad *p t* papyrum objiciendo. Etenim, Radii tincti cum diverſis Coloribus, & in Albedinem ad Speculum K commiſti, inclinantur ad ſe invicem, propterea quod adveniunt a diverſis fiſſuris *l*, *l*, *l*, *l*, *l*, *l*. Atqui tantum divergunt a Speculo, poſtquam reflectuntur, quantum antea convergebant. Divergentes itaque paulatim diſſocientur, ac diſſociati proprios Colores non ſecus exhibebunt, quam ſi nunquam fuiſſent commiſti. Liquet ergo, quod in miſtura Radiorum diverſicolorum diſpoſitiones ad efficiendos varios Colores non deſtruuntur, utut Albedinem exhibeant, dum commiſceantur ſibi.

Ad hæc, lamina K, ſi valde obliquetur ad Radios in ipſam incidentes, non amplius alba apparebit, ſed, vel eum rubeo, vel cæruleo Colore imbuta, prout, vel verſus verticalem angulum, vel verſus baſin Priſmatis inclinatur; id, quod nullo modo accideret, ſi alba Lux, quacum illuminatur, homogenea eſſet; quandoquidem alba & ſpecularia corpora reflectendo Lucem, non mutant Colorem ejus. Sed hoc ex eo evenire fatendum eſt, quod in Speculum, quando incidentibus Radiis admodum obliquatur, pauciores ex obliquioribus Radiis in illud incidant, inque reflexa Luce major ſit copia Radiorum minus obliquorum, qui proinde prædominantur, & proprium Colorem oſtendunt, quem non poſſent exerere, ſi, ad Albedinem Lucis incidentis producendam, non tantum cum aliis Coloribus miſcerentur, ſed revera tranſmutarentur in uniformem Albedinem. Ceterum nota, quod in iſthoc experimento faciendo, præſtat laminam non perpolitam, ſed ſuperficie nonnihil aſpera, (qualis eſt nummi argentei, vel chartæ, &c.,) præditam adhibere.

Præterea, vulgo notum eſt, quod ex pulveribus diverſicoloribus inter ſe commiſtis novus Color emergit; tamen, ſi pulveres iſti inſpiciantur Microſcopiis, omnes videntur tincti propriis Coloribus. Adeo ut, ex miſtura pulverum, Colores proprii non deſtruantur, ſed permiſcendo tantum Color novus eliciatur. Verum iidem plane Colores ex miſtura Colorum Priſmatum ac pulverum producuntur. Sic, pulvis cæruleus eum flavo miſtus producit Viriditatem; & eadem Viriditas etiam producitur ex miſtura Radiorum tinctorum cum cæruleo & flavo; & proinde non dubium eſt, quin Colores novi ex coaleſcentibus Priſmatum Coloribus, non facta aſſimilatione ſed miſtura tantum, ſimiliter oriantur. Ceterum, ut nullum dubitandi locum relinquerem, effeci, ut pulveres Colorum principalium, quos Priſmata generant, rubei, flavi, viridis, cærulei, & purpurei, in proportione certa miſcerentur; &, licet Albedo perfecta non prodibat, tamen iſti Colores ad ſenſum periere, & quoddam genus Albedinis fuſcum & obſcurum, ſive mediocre inter Albe-

dinem perfectam & Nigredinem, producebatur: Quod noſtro propoſito non minus inſervit, quam ſi Albedo perfecta prodiiſſet; quandoquidem fuſcus ille ab albo perfecto tantum differt quantitate Lucis, non autem ſpecie Coloris; ut exinde pateat, quod producitur ex albo cum Nigredine contemperato. Neque expectandum eſt, ut mihi videtur, alium quam fuſcum Colorem e tali pulverum miſtura generari. Nam, cum pulveres colorati intromittant maximam partem Lucis, iſtam fere ſolam reflectentes, quæ apta eſt ad exhibendos proprios Colores, ut oſtendetur poſtea; eorum mixtura maximam quoque partem Lucis intromittet. Unde, pro Albedine perfecta, talis Color generandus eſt, qualis efficitur ex Albedine, & Nigredine mixtis, id eſt, fuſcus. Attamen non eo inficias, quin tales forte pulveres inveniantur, præſertim inter mineralia, qui tantum Lucis reflectant, ut mixti exhibeant Albedinem perfectiorem, quam hactenus vidi ex mixturis effectam. Ceterum, quod pulveres Coloribus tantum quinque præcipuis tinctos miſcebam, non ideo cogitandum eſt Albedinem ex quinque ſolis productam fuiſſe, ſed ex omnigenis. Nam, in omnium corporum Coloribus alii latent principalibus commiſti, licet minus fortes, ut a principali ſeparati non cernantur; ſic, in cæruleo pulvere latent cyaneus & indicus aliique gradus omnes uſque ad viridem, aut flavum fortaſſis ex una parte, & ad intenſum purpureum ex altera; utut cæruleus ſolus appareat, quod ſit ceteris longe copioſior.

Experientiis hiſce admonitus in mentem præterea revocabam, quod corpuſcula, quæ conſpiciuntur in Radiis ſolaribus huc & illuc volitantia, varios Colores exhibent, modo quiſquam ea diligenter obſervet in cubiculo quaquaverſum Luci occluſo, præter unicum foramen, per quod illuminantur; & tamen, cum iſti pulviſculi in acervum congregantur, nullus omnino Color apparet, præterquam fuſcus.

Non minus appoſita eſt obſervatio, quod, cum aqua, ſapone in ea ſoluto, paululum inſpiſſata & in ſpumam, agitando, converſa fuerit, poſtquam paululum conſtitit ſpuma; in ſingulis bullulis, ex quibus conglomeratis efformata eſt, innumeri omnis generis Colores acutius inſpicienti apparuere; & tamen ſpuma, ad tantam diſtantiam ſpectata; ubi Colores in ſingulis bullulis ab invicem diſtingui nequibant, apparuit perfecte candida.

Patet itaque Colores Priſmatum revera non deſtrui ad Albedinem producendam, ſed commiſceri tantum; quandoquidem emergunt immutati, cum Radii coeuntes decuſſavere, &, per ſubſequentem divergentiam, iterum diſſociantur; & proprios etiam Colores exhibent, cum aliqui copioſius, quam ceteri, reflectuntur. Atque ſubalbus Color e miſtura pulverum omnigenis Coloribus præditorum, ut & Albedo perfectior e diverſicoloribus bullulis, ſine aliqua congredientium Colorum mutatione, ſimiliter emergat. Ad hæc, cum rei dignitas poſtulare videatur ut nullus non moveatur lapis, præter modos præcedentes componendi Albedinem, lubet adhibere tertium, & quartum deinde, quo facilius prædicta experiri poſſis, & magis forte cum evidentia.

Poſito, quod Sol illuceat obſcurato cubiculo per unicum tantum foramen F, (*Fig.* 77. *Tab. XVI.*,) cui Priſma A B C affigitur, ingreſſam Lucem refringens ad P T. Juxta Colores in papyrum P T ſic projectos, teneatur alia papyrus Z, ut illuminetur a colorata Luce, quam altera papyrus P T reflectit. Quo facto, papyrus Z ſic illuminata Radiis omnium Colorum a P T confuſe reflexis, apparebit alba. De hoc autem ſpecimine maxime luculento & facili juvabit obſervare ſequentia.

Primo, quod, auferendo papyrum P T, ne Lucem amplius ad Z reflectat, e conſequente defectu Lucis in Z cognoſcas eam illuminari per ſolam Lucem coloratam a P T reflexam.

Secundo, ſi papyrum Z ipſi P T valde vicinam teneas, ut una pars ejus magis illuminetur ab uno Colore, & alia ab alio, ipſa Z non apparebit alba, ſed ejus partes ab omnibus Coloribus iſtis tingentur, quibus ſunt viciniſſimæ. Sin ipſa Z ad majorem a P T diſtantiam transferatur, ut omnes ejus partes æqualiter fere ab omnibus

Digitized by Google

mnibus Coloribus illuminentur, ex illa Colorum mixtura generabitur Albedo. Pari ratione, ſi quemlibet e Coloribus ad papyrum PT tendentibus intercipias, ne reflectatur ad Z, illud Z non amplius albeſcet, ſed evadet coloratum, pro mixtura, quam ceteri Colores in ipſam PT prolapſi componunt.

Denique, quod Albedo illa Z, non deſtruendo Colores, ſed tantum miſcendo, generatur, exinde pateat, quod Colores PT cernuntur beneficio Radiorum non ſecus Oculo mixtim incidentium, quam papyro Z. Itaque, ſi Colores deſtruerentur potius, quam miſcerentur ad Z, etiam deſtruerentur ad corneam tunicam Oculi, vel pupillam, ubi tamen certiſſimum eſt, quod miſceantur tantum, ut decuſſantes poſtea divergant ad varias partes retinæ, & ſic excitent phantaſmata propria. Quinimo, ſi Radii tincti cum diverſis Coloribus, dum per eadem ſpatia confuſe tranſeant, poſſent inter ſe invicem agere, & diſpoſitiones mutare, quas quilibet habent ad expingendos proprios Colores; omnes omnium rerum Colores conturbarentur, & ſe mutuo tranſmutarent, dum per aera tranſmittuntur: ubique ſcilicet Radiis aliorum corporum omnigenis Coloribus tinctorum occurrentes, & ſic in Coloribus viſibilium nulla eſſet certitudo, conſtantia nulla.

Quartum præterea modum deſcripturus, quo Colores in Albedinem miſceri poſſiot, pono ABC, (*Fig. 79. Tab. XVII.*) eſſe Priſma foras ante foramen F diſpoſitum, quod refractam Lucem in obtenebratum cubiculum tranſmittit verſus MN. Tum Lentem MN convexam ſume, cujus focus eſt ad diſtantiam ſemipedis, vel pedis unius, duorumve, (quale eſt objectivum vitrum Perſpicilli bipedalis,) & eam ſtatue paulo plus diſtantem a foramine F, quam focus diſtat a ſe; ita ſcilicet ut Lux colorata per eam deinceps trajiciatur, ſicut videre eſt in ſchemate: ſit autem ejus latitudo, ſive apertura, tanta, ut omnes Radios tranſmittat. Deinde, cum Lentem in dicto ſitu ſtabilitam feceris, pone ſtatuatur papyrus PT, in quam Radii hi refracti terminentur, eamque primo colloca proxime ad Lentem, deinde ad majorem diſtantiam continuato motu transfer; & videbis Colores purpureum P, rubeumque T, contrahi, & eouſque minui, dum omnes convertantur in Albedinem, puta, ad X, quatuor, vel ſex pedes, aut longius forte diſtantem a Lente, pro convexitate ejus, vel poſitione. Deinde, ſi papyrum adhuc longius transferas, Colores iterum emergent, ſed in ſitu contrario, rubeo ad τ conſpecto, & purpureo ad π; neque ulla inter eos ad PT, & π τ, differentia intercedit, præterquam quod ſitus ſit contrarius. Scilicet, a Lente MN effectum eſt, ut omnes Radii radiantes ab aliquot punctis foraminis F, in totidem iterum punctis congregentur ad papyrum X; & ſic omnes omnium ſpecierum, tum Purpuram ad P, tum Rubedinem ad T, tum alios alibi Colores efficientium, convergunt ad X, & ibi confuſe miſcentur ad Albedinem generandam, de qua imagine alba & orbiculari, monebam ſupra. Poſtea vero, cum ſeſe decuſſavere in X, Radii PX tendunt ad π, & TX ad τ, adeo ut Colores expingantur ad P, & π, per eoſdem Radios P π, & iidem ad T, & τ, per eoſdem T τ, & ſic de aliis. Unde liquet iterum, quod diſpoſitiones Radiorum diſſimilium ad diverſos Colores producendos non deſtruantur per eorum mixturam; quandoquidem eoſdem expingunt, cum ſegregantur, quos ante mixturam expingebant.

Porro, ſi Radios cujuſvis Coloris intercipias, interponendo aliquod corpus opacum prope Lentem MN, & ceteros facias miſſos, videbis non modo Colores interceptos e papyris PT ac π τ; tolli, ſed & Albedinem X deſtrui, & ejus vice Colorem aliquem, qualis efficitur per mixturam Radiorum prærerlabentium, generari. Sic, ſi Radios intercipias oſtendentes rubeum ad N, Rubedo T, ac τ, tolletur, ac Albedo X convertetur in cæruleum. Vel, ſi ſiſtas tum rubeum ad N, tum purpureum ad M, & intermedios flavum, viridem, & cæruleum præterlapſos mittas, ex eorum miſtura Viriditas producetur ad X. Et ſic, prætermittendo quos velis, & ſiſtendo alios pro arbitratu, poſſis experiri mixturas quaslibet, & explorare qui Color inde generabitur, modo pretium laboris experientiam illam judicaveris.

Verum , cum experimenti hujus dignitas videatur exigere , ut ſumma cum diligentia retegatur & penitus explicetur , dum plura de Coloribus ſimul complectitur & exhibet , quam in unico tantum experimento ſolent latere ; non gravabor modum copioſius oſtendere, quo Radii miſcentur ad X , & nonnulla poſtmodo ſcitu non indigna patefacere . Itaque, concipiantur tales Refractiones in Priſmate fieri , ut Radii incidant in varios circulos ad lentem MN , qui varios gradus Refractionis patiuntur, prout explicui in præcedentibus , ſitque PQRST , (*Fig.* 79. *Tab. XVII.*) oblonga imago , compoſita ex præcedentibus circulis & in Lentem projecta , quorum circulorum extremi duo ſunto PQ purpureus, & ST rubeus. Porro, ſit *ſ*F*ſ* diameter foraminis , per quod Lux in Lentem trajicitur ; cujus foraminis punctum aliquod, ut F, primo conſideremus , a quo venientes Radii dictos circulos PQ, ST , totamque imaginem PT efformant : & præterea, cum Radii, eundem quemlibet circulum efformantes, ſint homogenei , ponatur, quod Lens ſit tali figura prædita , ut eos omnes ad eundem illum circulum, (puta , rubeum ST,) pertinentes, verſus punctum quoddam Z exacte refringat; quod fieri poſſe per Lentem convexis hyperbolis terminatam , ut & per Lentes aliter formatas, *Carteſius* in *Dioptrica* & *Geometria* edocuit. Eſt itaque Z focus Radiorum FS, FT , & ceterorum uniformiter rubeorum , & recta FZ ducta erit axis Lentis . Præterea , cum Radii FP , FQ, ceterique conficientes alterum extremum circulum PQ, Colorem purpureum oſtendant , & propterea magis refringantur quam alteri tendentes ad ST; illi ideo emergent ad punctum quoddam aliquanto propinquius quam Z , veluti ad Y, ut ii facile percipient , qui norunt focos Lentium eſſe tanto propinquiores ſibi , quanto major eſt earum vis refractiva . Liquet itaque Radios in Coloribus & Refractionibus abſimiles ad diverſos focos convergere. Sed , cum eadem Lens pluribus focis haud queat aptari, & ideo , cum Z ſupponatur focus , in quem omnes Radii , ad circulum rubeum ST pertinentes , exacte conveniant, Radii pertinentes ad alterum circulum PQ purpureum, omnes in ejus focum Y exacte convenire nequeunt; attamen eorum concurſus juxta Y in axe tam proxime accuratus erit, ut, quoad ſenſum & experientiam omnem , habeatur pro accurato.

Quinetiam , ſi Lens MN ponatur ſphærice convexa , ut neuter focorum Y, vel Z, ſtricte loquendo , poſſit eſſe accuratus; tamen , quantum ad præſentia ſpectat , pro accuratis habere liceat . Itaque concipiendo , quod Radii manantes a PQ , & ST , convergant ad Y & Z & ibi decuſſantes divergant itidem ; patebit, quod hi duo Radiorum penicilli concurrent, & miſcebuntur in ſpatio focis Y & Z intermedio , veluti ad *t* , modo Lentis centrum R ponatur intermedium circulis PQ , & ST . Ad eundem modum Radii ceterorum generum convergent in alios focos ipſis Z & Y intermedios, ac tanto propinquiores ipſi Y, quanto major eſt eorum paſſio refractiva. Sic, focus viridiformium Radiorum cadet in medio ſpatio, veluti ad X ; Radiique cæruliformes convenient citius inter X & Y, & flaviformes longinquius inter X & Z ; ac ceteri Colores intermedii in ſpatiis intermediis, eorumque penicilli ſeſe decuſſabunt ultra citraque locum *t* ; ita tamen ut iſtæ decuſſationes ſint eo denſiores , quanto ſint ipſi *t* viciniores , & ut ſpatium X *t* ſit minimum, per quod omnes Radii tranſeunt manantes ab eodem puncto F . Non diſſimili modo , Radii venientes ab alio quovis puncto foraminis, ut *f*, ſi ſint rubriformes, convergent ad *z* ; ſin purpuriformes ad *y* ; & ad intermedium aliquod punctum , ſi ſint intermedii generis ; & eorum concurſus denſiſſimus erit in loco medio , veluti *x l*. Atque adeo , ex Radiis ab integro foramine *ſ*F*ſ* manantibus , foci maxime refrangibilium jacebunt in ſuperficie *y*Y*y* ad Lentem proxima; & foci minime refrangibilium jacebunt in alia ſuperficie *z*Z*z* a Lente remotiſſima , focique mediocriter refrangibilium jacebunt in aliis intermediis ſuperficiebus. Et ſic omnes omnium Radiorum foci totum ſpatium *yzzy* , a ſuperficiebus iſtis integratum, occupabunt, & in eo præcipue penicilli decuſſabunt & commiſcebuntur.

Jam ex hac deſcriptione venit obſervandum, quod ſi papyrus HI teneatur in medio dicti ſpatii *yzzy*, ut in eam Radii terminentur , ubi eſt denſiſſimus eorum con-

concurſus & miſtura ad Albedinem generandam perfectiſſima, Radii viridiformes tendentes ad focos in papyro ſitos, in eam incident intra literas *x x*. Sed rubriformes venientes ab S T, ac tendentes ad focos in ſuperficie *z* Z *z* ſitos, ut dictum eſt, incident in papyrum intra literas *l l*, paulo vicinius ad I. Et pari modo, purpuriformes incident in eundem locum *l l*, dum tendunt a P Q ad focos ſitos in ſuperficie *y* Y *y*. Ceteri autem Radii cadent in alia ſpatia inter *x x* & *l l* mediocria, ipſiſque *x x* tanto viciniora, quanto foci eorum minus abſint a papyro. Liquet itaque, quod totum ſpatium *x* X *t l* non debet albeſcere, ſed pars ejus tantum media inter literas *x* & *l* interiores ſita, ubi ſcilicet Colores omnes commiſcentur. Etenim, in extremitate *x* verſus H Radii viridiformes cadunt ſoli, qui proinde tingent extremitatem iſtam cum Viriditate. Ad alteram autem extremitatem verſus I, nulla miſcetur Viriditas, ſed Purpura tantum cum Rubore. Qui dicta perpendet etiam facile concipiet, quod, cum papyrus paululum transferatur ultra citraque, Colores alii, præter Viriditatem, apparebunt ad extremitatem imaginis verſus H. Sic videlicet, inter P & *y*, purpureus apparebit extrinſecus; inter *y* & *x* cæruleus; & viridis ad *x*; deinde flavus inter *x* & *z*; ac rubeus denique ad *z*; & poſtea perpetuo. Ad alteram autem imaginis extremitatem verſus I ſitam, rubeus erit extimus a T uſque ad *l*, ubi commiſcetur Purpuræ. Quæ quidem mixtura dat pallidum quendam Colorem, nunc ad rubeum nunc ad cæruleum nonnihil vergentem, pro varia proportione miſtorum; at ultra *l*, Purpura ſemper conſpicietur. Ceterum, cum diſtantia inter *y*, & *z*, valde parva ſit, & multo magis diſtantia inter X & *t*, ſive *x* & *l*, hoc eſt, latitudo limbi colorati, propter ſummam ejus exilitatem, conſpectui vix patebit, ſed totum ſpatium *x* X *t l*, niſi acrius obſervanti, apparebit album.

Cum hæc advertiſſem, experiebar deinde an reſponderent præconceptis; &, licet male ſucceſſit primo, dum utebar anguſta Lente, poſtea tamen, cum adhibui Lentem ea de cauſa latiorem, ut angulus X Y *t*, ſive *x y l*, & inde *x l*, ſive X *t*, hoc eſt, latitudo dicti limbi colorati fieret major, quod optabam evenit. Adhibeatur igitur Lens, cujus latitudo, ſive apertura, ſit trium digitorum, aut major eo, foci autem longinquitas, pro lubitu, pedum trium, vel quatuor; tum ea collocetur ad diſtantiam ſex, vel octo, pedum a foramine *f* F *f*, ut Colores P Q R S T, in eam prolapſi, uſque ad extremitates ejus extendantur, nullis tamen præterlabentibus. Deinde papyrus H I pone collocetur, & transferatur ultra citraque; & ad extremitatem imaginis verſus H videbis omnes Priſmatum Colores a Purpura ad Rubedinem uſque gradatim ſucceſſivos. Sed, ad alteras imaginis partes verſus I, inter Purpuram ad *z*, & Rubedinem ad *y* conſpicuam, neque Viriditas, neque alius quiſquam ex intermediis Coloribus apparebit, niſi forte qui finit ex rubeo & purpureo mixtis; quemadmodum ex eo cognoſcas, quod, cum intercipis extremitatem Purpuræ, ope corporis opaci juxta Lentem ad P interpoſiti, ille limbus imaginis verſus I fiet rubeus; ſin extremitas Rubedinis ad T intercipiatur, limbus idem fiet purpureus. Et hinc eſt, quod tranſitus a Purpura ad Rubedinem ex hac parte imaginis fiet multo celerior, quam ex altera verſus H, ubi Colores omnes interveniunt. Ceterum, cum dictorum Colorum latitudo tam exigua ſit, (ſcilicet haud major centeſima parte digiti,) ut, niſi vitra ſint bene polita & a venis libera, & inſuper experientis diligentia & curioſitas ſolito major, forte excidet propoſito. Quamobrem, in majorem evidentiam rei & experiendi copiam, addo, quod, ſi Microſcopium ſumas, atque ita diſponas, ut papyrum aliquam affixam laminæ, ſuper quam objecta collocantur contemplanda, diſtincte amplificet, dein ita ſtatuas, ut imago lucida *x* X *t l* incidat in iſtam papyrum, Colores in ejus limbo ſic ampliatos videbis ſat manifeſtos.

Verum, cum miſtura Radiorum, quoad Colores diſſimilium, non ſit adeo perfecta in hoc ſpecimine, quin ut e Coloribus aliqui in extremitate Albedinis appareant, (licet tam exigui, ut incautus forte non advertat;) placet inſuper obſervare, quod, ſi vice Lentis refractoriæ Speculum concavum accurate formatum &

per-

perpolitum adhibeas, dicta miſtura fiet omnibus numeris perfecta. Etenim irregularitas illa, qua Refractiones ita perturbantur, in Reflexionibus nulla eſt; ſed Radii, quoſcunque Colores depingentes & utcunque refrangibiles, ad eoſdem tamen angulos reflectuntur, in quibus incidunt. Quamobrem; ſi M N (*Fig.* 80. *Tab. XVII.*) ſit Speculum ellipticum, cujus foci ſint F & X, Radii omnes a puncto F manantes, cujuſcunque ſint generis, ſive Purpuram ad P, ſive Rubedinem ad T, ſive alios alibi quoſcunque Colores ad Speculum exhibentes, omnes accurate conveniunt in eodem puncto X. Quinimo, licet Speculum M N non ſit ex elliptica figura ſegmentum, ſed e ſpherica, modo ſemidiameter Sphæræ, hoc eſt, diſtantia ejus a focis prædictis F & X, ſatis magna ſit, puta, trium, pluriumve, pedum, & diſtantia focorum valde parva, puta, non plus quam unius digiti: ſi hæc, inquam, ponantur, Radii ab F manantes adeo propemodum convenient in X, ut iſtud X, quoad ſenſum, pro exacto Foco habeatur; & eodem modo Radii manantes ab aliis punctis, ut *ſ*, ipſi F vicinis, in aliis, ut *x*, ipſi X vicinis, quamproxime convenient. Et ſic omnes omnino Colores reflectentur a Speculo P T in unumquodque punctum imaginis *x* X *x*, totamque exhibebunt albam.

Sunt & alii modi componendi Albedinem; quemadmodum, ſi vice Lentis, Speculive, duo Priſmata I L M, K M N (*Fig.* 81. *Tab. XVII.*) in ſitu ad conſimile Priſma A B C parallelo, ad diſtantiam aliquot pedum juxta poſita, adhibeantur, quæ Radios in contrarias partes refringant, faciantque verſus X convergere, quos Priſma A B C divergentes effecerat. Colores ad X congregati component Albedinem, ac poſt decuſſationem ſub propriis, (ut antea,) formis ad π τ denuo apparebunt.

Opportuna hic alia ſubit aſſertionis demonſtratio, quod Colores in concurſu non deſtruuntur ad Albedinem efficiendam, ſed commiſcentur tantum; utpote, rotam dentibus undique in perimetro conſitam ita collocabis juxta duo Priſmata I L M & K M N, vel juxta Lentem M N, in præcedenti experimento, ut e Coloribus aliqui in dentem aliquem impingant, dum ceteri per intervallum inter illum & proximum dentem præterlabantur, & in chartam ad præfatum Colorum concurſum X excipiantur. Tum rotam imprimis lente circumvolve; & videbis ſingulos Colores in chartam, ſine aliqua Albedinis apparitione, ſucceſſive procedere; poſtea, ſi rotam tam celeri motu circumagi facias, ut ſuccenturiantes Colores propter velocitatem conſecutionis ab invicem diſtingui nequeant, tranſmigrabunt in Albedinem, eamque, quoad ſenſum, homogeneam, ſine aliqua Colorum apparitione, ex quibus celerrime ſe mutuo conſequentibus Albedo illa efficitur, & hanc Albedinem, e Coloribus illis ſucceſſive commiſtis, componi, per ſe manifeſtum eſt.

Quinetiam Albedo non tantum ad locum concurſus X e commiſtis Coloribus componitur, ſed etiam ad foramen *ſ* F *ſ*, ubi Lux modo tranſiit, Priſma & Colores nondum apparuere, quandoquidem omnes Radii quibuſcunque Coloribus affecti, qui ad punctum quodvis imaginis *x* X *x* convergunt, ab alio quodam puncto foraminis *ſ* F *ſ* manarunt, & ſic iidem Radii ad utrumque ſpatium *ſ* F *ſ*, & *x* X *x*, miſcentur, & utriuſque Albedinis eadem eſt compoſitio.

At, hæc clariora fient obſervando, primo, quod rei alicujus, utcunque figuratæ & applicatæ ad foramen *ſ* F *ſ*, umbra diſtincte projicitur in papyrum Radios excipientem ad X. Quinimo bullullarum aeris in Priſmate latentium, (ſicut vitris omnibus contingere ſolet,) umbras videre licet ad inſtar macularum in dictam papyrum projectas: id, quod nullo pacto contingere potuiſſet, niſi Radii manantes ab aliquot punctis ipſius *ſ* F *ſ*, in totidem punctis rurſus convenirent ad *x* X *x*. Et licet non exacte conveniant in iiſdem punctis manantes ab iiſdem, cum Lens refractoria, vice Speculi, adhibetur, ut *in Figuris* 78, *&* 79, & proinde Colores nonnullos generent in confinio Lucis & Umbræ, ſicut fuſe explicui; tamen ſpatium, in quod conveniunt, tantillum eſt, ut pro puncto ſenſibili ferme habeatur.

Secundo, ſi Lentem, *in Figura* 78, ita ſtatuas, ut æquidiſtet a Focis ejus F & X; in medio poſita ac deinde Colores excipias in papyrum P T, tum ultra Len-

tem

tem verſus X, tum citra verſus F, alternis temporibus admotam; poſſis obſervare, quod Colores eodem plane modo apparent, diminuuntur, & in Albedinem paulatim convertuntur, dum dicta papyrus motu lento & continuo transfertur ad F, atque dum transfertur ad X; adeo ut divergentia Colorum ab F, & convergentia ad X, omnino ſimilis ſit. Pari ratione, ſi papyrus *π τ* lente moveatur ad X, juxta & *p t* moveatur ad F, iidem Colores conſpicientur in utraque, & eodem modo deſinent in Albedinem; hoc tantum excepto, quod eorum ſitus contrariatur, propter decuſſationem Radiorum in X; atque adeo divergentia Colorum ab utriſque F, & X, ſimilis eſt. Quid itaque concludendum eſt exinde, quam quod. eodem modo commiſcentur, & ad F antequam divaricaverunt ab invicem, & ad X ubi rurſus congregantur in Albedinem? Sed, ut comparatio modo facta evadat illuſtrior, venit obſervandum porro, quod cum papyrus ſtatuitur ipſi F contigua, & amovetur deinde verſus *p t*, & poſtea ſtatuitur ad X, & amovetur verſus *π τ*, quod, inquam, Albedo ad F, & X, in utroque caſu, primo degenerabit in Colores ſecundum extremitates ejus, dum in meditullio manet alba; cujus rei ratio non eſt alia, quam quod Radii divergentes perinde ſegregantur in confinio Lucis & Umbræ. Sic poſito, quod Radii divergant a ſpatio F*ſ* (*Fig.* 82. *Tab. XVIII.*) alii quidem paralleli tendentes ad A B, atque alii ad priores inclinati ſed inter ſe paralleli tendentes ad C D; prima ſegregatio fiet in extremitatibus juxta lineas FA, & *ſ*D, ultimaque in medio, veluti ad *g*: nam, linea *p t* inter F*ſ*, & *g* ducta, videre eſt, quod paralleli juxta extremitates *p q* & *s t*, ab invicem ſegregantur, ſed mixtim tranſeunt per intermedium ſpatium *q s*.

Tertio, ſicut Lens M N, *in Fig.* 78. *Tab. XVII.* refringendo Radios divergentes ab F, facit ut convergant ad X, & ibi conficiant Albedinem; eodem modo, ſi iſti Radii, poſtquam decuſſavere, divergentes ab X iterum trajiciantur per aliam lentem *m n*, (*Fig.* 83. *Tab. XVIII.*) priori ſimilem, & ſimiliter poſitam, inter focos ejus X, & *x*, id eſt, æquali ab utriſque diſtantia; Colores ſic ad *x* ſecunda vice congregati Albedinem rurſus component, ſicut ante compoſuerant ad X; hoc tantum interpoſito diſcrimine, quod apparebunt in limbo Albedinis ad *x* duplo latioris, quam, (e mox oſtenſis,) apparent ad X, atque inſuper in ſitu contrario. At Speculis, ut dictum eſt, adhibitis; quæ Lucem aliquoties repercutiant, iſti Colores erunt nulli; atque adeo penicilli F X, & X *x*, evadent omnino ſimiles, & ſimilis fiet decuſſatio & commixtura Radiorum ad F, X, & *x*. Concludendum eſt itaque, quod Lux, eum modo trajicitur per Priſma, licet Albedinem exhibeat, tamen conſtat ex Radiis heterogeneis confuſe mixtis, & ab invicem per divergentiam mox diſceſſuris, qui, poſtquam ita ſegregantur, propriis apparent formis; ſin iterum congregantur, Albedinem rurſus componunt, & ſic præterea in infinitum.

Imo vero Lux non ſolum componitur ex omnium Colorum Radiis, ut egreditur Priſmate & nondum diſcernitur in Colores iſtos, ſed etiam cum nondum attigit Priſma, & antecedenter ad omnem Refractionem; & inde, non mirum eſt, quod, cum ſegregantur in Colores, virtute Priſmatis Radios inæqualiter refringentis, & Colores iterum commiſcentur ope Lentis, aut alio quovis modo præmonſtrato, quod, inquam, rurſus componunt Albedinem: neque hoc ſolum exinde confirmatur, quod Lux e Coloribus compoſita primigeniæ Luci perſimilis ſit; ſed etiam ex eo, quod Radii penitus differunt Refrangibilitate, & conceptus non eſt durior, quod differunt Coloribus; imo, cum eidem Refrangibilitatis gradui Color idem perpetuo competat, (ut purpureus maxime refrangibilibus, rubeus minime refrangibilibus, & ſic porro;) quid aliud ab iſta cognatione innuitur, quam quod ſint congenita, &, fortaſſe, quod a communi quadam cauſa dependent? Sed, in hujus rei majorem evidentiam, oſtendam præterea, quod Radiorum Solis æqualiter incidentium quædam genera reflecti poſſunt, dum alia per reflectentem ſuperficiem trajiciuntur; adeoque diverſos Colores diverſis Radiis ante omnem Refractionem ineſſe. Sit A B C (*Fig.* 84. *Tab. XVIII.*) Priſma, quod excipit Radios, in obſcurum cubiculum per foramen F uno digito latum trajectos, eoſque refringit ad papyrum

vel

vel parietem H I iis obſiſtentem apud T: porro autem, cum ſuperficies Priſmatis B C non omnes refringat Radios verſus T, ſed & plurimos reflectat; eos apud P ſiſte etiam cum alia papyro K L, in morem albæ imaginis foramini F perſimilis terminante. Deinde, converte Priſma circa axem ejus ſecundum ordinem literarum A B C A, & videbis, tum amplitudinem Colorum ad T, tum quantitatem Lucis ad P augeri perpetuo, donec tandem, cum Refractio ad planum B C ſit maxime obliqua, Colores ad T incipient evaneſcere, & reflecti ad P; purpureus primo; deinde cæruleus, viridis & flavus, & denique ruber, cujus quidem Lucis acceſſu imago P fiet multo lucidior, quam antea. Interea vero, dum Colores ad T gradatim evaneſcunt, videbis Albedinem ad P paululum mutari, & nonnihil vergere ad cæruleum, per acceſſum nempe purpurei & cærulei, qui primo reflectuntur, id, quod nullo modo accidiſſe potuiſſet, niſi Radiis, prout a Sole veniunt, diſcrimen ineſſe concedatur: ſcilicet, quod ex iis quidam, ad efficiendos rubeum & flavum diſpoſiti, pertinacius & cum minore Refractione penetrant ſuperficiem BC & verſus T perlabuntur; dum alii, ad exhibendum purpureum & cæruleum parati, ſuperficiem dictam aut penetrant languidius, majores Refractiones patientes, aut, ſi nequeant penetrare propter nimiam eorum obliquitatem, tum facilius & citius reflectuntur ad P, iis primo omnium reflexis, quorum potentia ad iſtam ſuperficiem penetrandam ſit minima, id eſt, purpuriformibus, & ceteris deinde ſuo ordine, prout Incidentia ſit magis obliqua, donec rubriformes ultimo reflectantur obliquitate tanta debilitati, ut non ſint amplius potentes dictæ ſuperficiei reſiſtentiam ſuperare. Atque hæc facile conſtabunt iis, qui norunt, quod quo major eſt vis refractiva ſuperficiei cujuſvis, eo citius, & ad minorem obliquitatem, Radii reflectuntur; & quo minor, eo magis obliqui penetrabunt.

De hoc autem experimento convenit obſervare, primo, quod, cum prædicta variatio Albedinis ad P ſit admodum parva propter exuberantiam Lucis albæ collatæ ad reflexum cæruleum, itaque cavendum eſt, ne Priſmate utaris, quod ex vitro conflatur tincto cum Colore aliquo, ne Lucem ad P reflexam ita tingat, ut difficile ſit dictam variationem obſervare; præſtat adhibere Priſma ex laminis vitreis tenuibus & perpolitis confectum, & aqua limpidiſſima repletum.

Secundo, licet mutatio dicta ſit parva, tamen ſatis eſt ad oſtendendum, quod Radii retinent eoſdem Colores cum reflectuntur, quos exhibent cum trajiciuntur per ſuperficiem BC; ſiquidem tingunt Albedinem P Colore ſuo, quantum liceat tam paucis tingere: Colores itaque ſuos habuere prius, & eoſdem retinent, ſive refringantur, ſive reflectantur, licet in mixturis plerumque celati lateant; donec eruantur, (non autem fiant,) virtute Priſmatum.

Tertio, ex Luce, ad priorem ſpeciem Albedinis per Reflexionem omnium Colorum a T reſtituta, quid aliud denotatur, quam Albedinem iſtam per miſturam omnium Colorum reproduci? Scilicet, cum Rubor ultimo reflexus admiſcetur ceteris Coloribus antea reflexis, reflexorum Colorum miſtura tunc perfecta eſt ad Albedinem componendam, quæ ſuperadditur Albedini prius exiſtenti in P.

Quarto, ne qua oriatur ſuſpicio, quod Refractiones in ſuperficiebus A C & A B, ad ingreſſum Radiorum in Priſma & egreſſum factæ, poſſint aliquid conducere ad effectus hoſce producendos, obſervare licet, quod effectus iidem producuntur, cujuſcunque licet magnitudinis ſtatuatur angulus A B C; hoc eſt, quæcunque ſit Refractio ſuperficiei A C; modo Angulus A B C ponatur ejuſdem magnitudinis atque angulus A C B; alias enim, pro imagine alba ad P, generabuntur Colores. Experimentum itaque nullatenus dependet a Refractionibus ſuperficierum A C, & A B; imo poſſis efficere, quod, cum Colores partim reflectuntur ad P & partim trajiciuntur ad T, Radii perpendiculariter incidant in A C, emergantque ex A B, & ſic neutra ſuperficie refringantur, modo ſtatuas angulum A B C, ut & A C B, eſſe grad. 40, circiter, & iidem tamen effectus producentur.

Ceterum, in majorem evidentiam & explicationem modi, quo prædicta fiunt, liceat experiri per Lucem in Colores diſcretam, quod purpureus primo, & ceteri de-

Digitized by Google

deinde, (quiſque ſuo ordine,) reflectuntur. Etenim, (*in Fig.* 85. *Tab. XVIII.*) ſint A B C, & *a b c*, duo Priſmata parallela; quorum alterum A B C projiciat Colores in alterum *a b c* ad diſtantiam duodecim, vel plurium, pedum. Tum, Priſmate *a b c* circa axem ejus, ſecundum ordinem literarum *a b c a*, converſo, donec tanta ſit obliquitas Radiorum in ſuperficiem *b c* incidentium, ut incipiant ad *p* reflecti, non amplius potentes penetrare ad *t*. Videbis omnes purpuriformes primo omnium reflecti, ceteroſque deinde ſuo ordine.

Veruntamen, quia purpuriformes Radii paulo magis refringantur in primo Priſmate A B C, & ideo magis inclinentur ad ſuperficiem *b c* ſecundi Priſmatis *a b c*, quam ceteri; poterit objici, quod ea de cauſa primo omnium reflectuntur. Quamobrem, (*in Fig.* 86. *Tab. XIX.*) duo Priſmata ſtatuantur, non parallela ſibi invicem, ſed in ſitu tranſverſo, ut omnicolores Radii quaſi ad eoſdem angulos incidant in præfatam ſuperficiem *b c*; quo poſito, poſſis obſervare, convertendo Priſma *a b c* circa axem ejus ſecundum ordinem literarum *a b c a*, quod Radii purpuriformes primo omnium reflectuntur, & ultimo rubriformes, Coloribus ad *p* continuo translatis, prout a *t* diſpareant.

Sunt & alii præterea modi, quibus experiri liceat, quod, ex Radiis ſimiliter incidentibus, quædam genera penitus reflecti poſſunt, dum alia partim tranſmittantur. Quemadmodum, ſi E F G (*Fig.* 87.) ſit operculum feneſtræ ad F terebratum, & foras ſtatuatur Priſma A B C, quod Lucem Solis foramen F ingreſſuram intercipiat, & refringat verſus *f*. Ad illud *f*, pedibus ab F duodecim, aut longius, poſtpoſitum ſtatuatur opacum corpus *e f g*, quod Lucem ſiſtat, dempto parvo foramine *f*, per quod aliqua pars Lucis, nempe violacea, longius trajiciatur ad *y*. Iſtud autem *f* non ſit ſemiſſe digiti latius. Deinde, præ manibus ſumatur aliud Priſma *a b c*, &, ad Radios tranſverſe poſitum, ſtatuatur a poſtica parte foraminis *f*, circaque axem ejus convertatur, donec videas Lucem violaceam, poſtquam ab ejus baſi *b c* obliquiſſime refracta fuerit verſus *t*, totamque a *t* diſparuiſſe modo, & ad *p* reflecti. Luce violacea tam oblique ad *p* reflexa, ut ad *t* ſtatim pervaſura eſſet, modo ex angulari motu Priſmatis ſecundum ordinem literarum *a b c a* facto angulus *c y f* vel minimum augeretur, Priſma iſtud *a b c* in eo ſtatu figatur; tum alterum Priſma A B C motu circa axem ejus nunc hac nunc illac parum convertatur, ut Colores, quos projicit in obſtaculum *e g*, paululum attollantur, eoque pacto omnes ſucceſſive tranſmittantur per foramen *f* in poſterius Priſma *a b c*; & videbis, quod, cum Flavedo tranſmittitur ad *y*, illi Radii, non omnes ad *p* reflectentur, ſed plurimi perrumpent ſuperficiem *b c*, & ad *t* pertingent. Et, cum Rubor ad *y* tranſmittitur, illi Radii fortius adhuc perrumpent, ut ex copia perrumpentis Lucis & minori ejus Refractione conſtet. Neque mirum videatur, quod purpuriformes Radii ſint minus potentes penetrare ſuperficiem *b c*, quam rubriformes; quandoquidem, Priſmatibus eodem modo diſpoſitis, antehac oſtendi, quod majorem Refractionem patientur, poſito ſcilicet angulo *c y f* tanto, ut omnigeni Radii poſſint ſuperficiem *b c* penetrare. Jam, cum Radii, qui citius & facilius reflectuntur, in experimento *ad Fig.* 84. tradito, nempe purpuriformes, etiam citius & facilius reflectantur in experimentis duobus noviſſime recitatis; cum eadem iiſdem Radiis ſemper eveniant, liquet quod hoc fit, non ex contingentia, ſed ex prædiſpoſitione Radiorum; &, quod antecedenter ad omnem Reflexionem, aut Refraxionem, quidam ad exhibendos quoſdam Colores ſunt apti, & facilius reflexibiles; alii vero aliis Coloribus & progrediendi viribus, afficiuntur. Neque aliud experimentis jam recitatis diſcrimen intereſſe videtur, quam quod, in primo Radii omnium formarum, prout a Sole adveniunt, confuſe mixti incidant in Priſma, quod rubriformes tranſmittit, & reflectit cæruliformes; in reliquis autem duobus experimentis, diſſimiles Radii prius diſcernuntur ab invicem, quam incidant in dictum Priſma.

Ad hæc lubet alium adducere modum, quo diſſimilitudo Radiorum in Luce Solis mixtorum innoteſcat, non multo diſſimilem ei ad *Fig.* 84. oſtenſo, ſed conſpectui jucundiorem, & æque ſcientificum. In *Fig.* 88. *Tab. XIX.* ſunto A *a* B *b* C, &

B*b*D*d*C duo Priſmata ita juxta ſe poſita & colligata, ut duo ex eorum planis C B*b* conveniant ſibi, & coincidant; excepto tantum, quod nonnihil aeris in morem tenuiſſimæ laminæ intercedat iis; id, quod eveniet ultro, ſiquidem haud queas Priſmata tam arcte conſtringere, quin tantum intercedat aeris, quantum propoſito ſufficiet. Porro, in majorem rei evidentiam, convenit, ut anguli A C B, & C B D ſint æquales proxime, eo ut plana A*a*C, & B*bd*D fiant parallela, licet hoc non ſit omnino neceſſarium. His præmiſſis, ſtatuantur dicta Priſmata juxta foramen F, ut Lux ingreſſa per ea trajiciatur verſus τ, primo permeans ſuperficiem A *a* C; deinde intermediam ſuperficiem B*b*C; & inde per B*bd* D prolapſa in papyrum ad τ collocatam, quam Albedine tingit, tanquam ſi non omnino tranſiret Priſmata, ſed vitrum parallelis planis A*a*C, & B*bd*D terminatum. Præterea; cum intermedia ſuperficies B*b*C Lucem ei incidentem non omnem tranſmittat ad τ, ſed multam reflectat, quæ aliquo exibit e Priſmate A B C per ſuperficiem ejus A*a*B*b*, puta, verſus π. Ad illud π ſtatuatur alia papyrus, quæ Lucem hanc ſimiliter albicantem terminet; quod ubi feceris, converte Priſma quadrangulare, (ex duobus triangularibus colligatis confectum,) motu lento circa axem ejus, ſecundum ordinem literarum A B D C A, tandemque videbis, quod Albedo ad π ac τ degenerabit in Colores, Flavedine primo, deinde Rubedine ad τ conſpecta, cæruleo autem Colore ad π, donec, poſt intenſiſſimam Rubedinem ad τ, Color & Lux omnis evaneſcat inde, & cæruleus ad π iterum transformetur in Albedinem aliquanto lucidiorem, quam antea. Utpote, dum Priſmata circa communem axem, ut dictum eſt, convertantur, Radiorum in mediam ſuperficiem B*b*C, (hoc eſt, in laminam aeris Priſmatibus interjectam,) prolapſorum Incidentia continuo fit obliquior, donec tanta ſit eorum obliquitas, ut nequeant amplius penetrare dictam laminam, progredique ad τ, ſed abinde reflectantur ad π; quod accidet, cum angulus F*e*C, (obliquitas incidentium,) ſit graduum fere quinquaginta. Radii autem purpuriformes, minime omnium potentes penetrare dictam laminam aeream, reflectentur primo & Albedinem prius reflexam ad π nonnihil tingent eorum Colore, dum, ex Radiis præterlabentibus ad τ, Flavedo imperfecta, aut potius Color inter flavum & viridem mediocris componitur. Poſtea cæruleus, & viridis deinde reflexus, paulo magis tinget Lucem in π cum Colore cæruleo, (licet admodum diluto propter exuberantiam Albedinis commixtæ,) manebitque Rubor in τ, qui mox per Flavedinis hactenus commixtæ Reflectionem fiet intenſior, donec ipſe etiam, denuo reflexus, Albedinem in π redintegret.

Ceterum, ut hoc ſpecimen evadat illuſtratius, ſumatur aliud Priſma G H I, quod a poſtica parte Priſmatum A B C D ita collocetur, ut Lucem O *e* τ per ea tranſmiſſam refringat verſus P T, & in Colores permutet; violaceo in P, rubeo in T, ceteriſque in intermedia loca projectis. Tum, Priſmata colligata circa communem axem, (ut prius,) rotentur, donec Lux alba verſus τ tranſmiſſa incipiat flaveſcere; & videbis, quod Color purpureus in P ſimul evaneſcet. Id, quod arguit purpuriformes Radios, non amplius ad Priſma G H I pertingere, ſed a ſuperficie C B*b* primo omnium ad π reflecti; & Lucem *e* τ ideo flaveſcere, quod Purpura e miſtura tollitur, qua prius Albedinem exhibuit. Ad eundem modum, ſi Priſmata A B C D diutius rotentur, videbis reliquos Colores a π ad τ ſucceſſive diſparere, prout Lux *e* τ plus pluſque rubeſcit; &, cum ſit ruberrimma, tum ſolam Rubedinem in τ manere: quod manifeſto convincit hanc Lucem *e* τ non aliunde rubeſcere, quam quod a Radiis aliorum Colorum, per ſuperficiem C B*b* reflexis, ſecernitur.

Simili ratione, ſi, cum Priſmate quarto K L M refringas Radios ad π reflexos, & Colores eo pacto productos & in album parietem projectos, duodecim pedes, aut longius diſtantem, animadvertas, videbis, quod, cum Lux *e* τ incipit virideflaveſcere, purpura *p*, quam Priſma hoc elicit e Luce *e* π, pluſquam ceteri Colores augebitur, per acceſſum nempe Purpuræ, quæ tum in P diſparuit; ceteriſque deinde Coloribus in *p t* gradatim fiet acceſſus, prout a P T diſparent, donec, cum

omnis

omnis Color a P T diſparuit, Colores ad p t non amplius augeantur; hoc autem diſcrimine, quod violaceus, & cæruleus, ad pt augmentuum ſuum omne paulo citius obtinent, quam rubeus, aut flavus; ſed hoc tam exile eſt, ut obſervator, niſi ſit attentus, ægre advertat.

Ut iſtis denique finem imponamus, lubet alium adducere modum, quo quædam genera Radiorum, Luce Solis intermiſta, partim tranſmitti poſſint, dum alia reflectuntur. Nempe ſi duas laminas vitreas C B, (*Fig. 89. Tab. XIX.*) plane perpolitas & ad invicem applicatas, ſecundum planitiem earum connectas, eaſque vaſi R Q aquæ pleno immergas, extremitate ſuperficierum juxta poſitarum undique cera, vel pice, prius obturata, ut aqua non interrepat & expellat aerem, qui, more laminæ tenuiſſimæ, ut dictum eſt, interjacebit vitris; ſi hæc, inquam, fiant, poſſis efficere dictorum vitrorum talem eſſe ſitum, ut, (illucente Sole,) aer interjectus cæruliformes Radios reflectat verſus p, & tranſmittat rubriformes verſus t, atque alias omnes apparentias modo recenſitas exhibeat.

Ceterum de hiſce modis experiendi notandum venit, primo, quod Colores hic producuntur a parallelis ſuperficiebus, quarum aliquæ recurvant Radios, quantum aliæ incurvant; atque adeo, quæ mutuos effectus deſtruerent, ſi quos in immutandis intrinſecis diſpoſitionibus Radiorum, quoad eorum Colores, ut opinantur Philoſophi, producerent. Deinde, quod Lux, poſtquam per iſtas ſuperficies trajiciatur, licet alba ſit, manifeſto tamen conſtet ex heterogeneis Radiis; quandoquidem, eorum aliqua genera penitus reflecti poſſunt ad p, dum alia ad t partim trajiciantur. Et eadem ratione conſtat reflexam Albedinem ſimiliter compoſitam eſſe, ſiquidem, (ut dixi,) redintegrata eſt, cum Rubor omnium ultimus reflectitur a t; & hæc ex eo etiamnum ſumme confirmantur, quod a ſola vitrorum obliquitate ſine aliqua Refractionis, vel Reflexionis nova modificatione, efficiuntur.

Lux itaque, quamvis uniformis eſſet, quæ a Sole immediate profluit, poſtquam tamen unquam reflexa vel refracta fuit, conſtat ex heterogeneis Radiis. Et ejuſmodi eſt ea Lux omnis, quæ per vitreas feneſtras trajicitur, vel quam Planetæ, nubes, &c. ad nos reflectunt. Imo Lux omnis a Sole, aut lucernis quibuſvis, derivata, ſiquidem aliqualem ſaltem Refractionem ab Atmoſphæra, (ut dicunt Aſtronomi,) patitur; ut taceam, quæ in objectis, denuoque in Oculi tunicis, ante viſionis actionem impreſſam, fiunt. Jam, ſi nihil aliud oſtenderem, fuiſſet aliquod prodiiſſe tenus; ſiquidem omnia viſibilium phænomena nobis per ejuſmodi Lucem exhibentur. Atqui, cum Solis Lux immediata albere cenſeatur, & ille Color non ſit ex primitivis, ſed per miſturam generari oſtendatur; &, cum nullum inter Lucem originalem, & illam, quæ a diverſicoloribus Radiis componitur, ſenſibile diſcrimen intercedat, haud dubitandum eſt, quin utraque ſit ejuſdem naturæ. Imo vero certiſſimum eſt, ſiquidem (in Prop. II.) oſtenditur, quod inhærentes diſpoſitiones, vel formæ Radiorum, quibus apti ſunt ad proprios Colores exhibendos, nec deſtrui poſſunt, nec ullo modo, vi ſecundariæ Refractionis, mutari. Et par eſt ratio de Refractione primaria. Concludendum eſt itaque, quod iſtæ diſpoſitiones ſunt inſitæ Radiis ab eorum origine, quamvis proprios Colores, antequam heterogenei ab invicem, virtute Refractionis, ſecernantur, exhibere nequeant.

Ceterum de eo, quod dixi, Lucis Colorem album eſſe, & tamen Sol aliquantulum flaveſcere videtur, notandum eſt, quod cæruliformes Radii ab Atmoſphæra præ ceteris conturbantur, (ut cæruleus ejus Color innuit,) & inde, quod e directis ſolaribus Radiis flaviformes prævalere ſolent, & efficere, ut Sol flaveſcat, qui ſecus fortaſſe appareret albus. Et ad hunc effectum Atmoſphæra, circa Solem forte conglobata, poteſt etiam conducere. At non eo inficias, quin aliquod Radiorum genus in originali Luce ſæpiſſime redundet, quandoquidem flammarum & ſyderum diverſi ſunt Colores.

De Lucis & Albedinis compoſitione hæc ſatis. Quod autem Nigredo ex omnibus Coloribus ſimiliter compoſita ſit, & in ſolo Lucis defectu ab Albedine differat, ex eo manifeſtum eſt, quod nigrorum, in Radiis ſolaribus intra cubiculum (alias ob-

tenebratum) intromiſſi, poſitorum termini omnigenis Coloribus tincti apparent, ſi Priſmate juxta Oculum interpoſito inſpiciantur; quod ſingulos Priſmatis Colores ſeorſim incidentes pari intentione reflectant, idque longe debiliori, quam alba corpora; & quod alba, defectu Lucis, nigreſcere videantur, ita ut corpus, (quod revera album eſt,) in debiliori Luce nigrius apparere poſſit.

Denique de cinereis, ceteriſque non primitivis Coloribus Propoſitio manifeſta eſt; ſiquidem cinereos ex albo, & nigro; ceteroſque omnes ex rubro, flavo, & cæruleo componere norunt Pictores.

PROPOSITIO IV.

Primitivi Colores per compoſitionem Colorum ſibimet utrinque confinium exhiberi poſſunt.

Hoc variis modis, (perinde ut in Albedinis compoſitione, ſiſtendo aliquos e Coloribus antequam compoſitionem ingrediantur,) tentari poteſt; & ipſe aliquos expertus ſum, quibus conſtitit luteum a croceo, & ſubflavo; porraceum a ſubflavo, & thalaſſino, (vel etiam, minus perfecte, a luteo, & cyaneo;) & cyaneum a thalaſſino, & indico; alioſque omnes Colores a Coloribus hinc & inde conterminis componi poſſe. Quinetiam, indicus, cum rubei extremitate contemperatus, purpuraſcebat; & minius cum extrema Purpura paululum conſperſus, coccineus evaſit, tanquam ſi inter Colorum extremitates intercederet affinitas, qualis eſt in Sonis inter octavæ terminos.

Iidem Colores a Coloratis pulveribus componi poſſunt, ſed minus perfecte; ut opinor, propterea quod ipſi componentes ex aliis Coloribus, (quorum aliqui ſunt diſſimiliores,) componuntur.

Ceterum, ne nimius hic ſim, breviter dicam, quo pacto priſmatici Colores in hos effectus producendos optime miſceri poſſunt. Nempe, Priſma GDE, (*Fig.* 90. *Tab. XX.*) ex pellucidiſſimis & perpolitis lamellis vitreis in vaſculum aquæ plenum coaptatis, efficiatur, quo Radiorum, in Colores per divergentiam diſcretorum, duo quælibet genera, juxta diverſos angulos D, & E, ſat acutos & æquales tranſmiſſa, ad-invicem verſus H cogantur.

PROPOSITIO V.

Corporum naturalium Colores e genere Radiorum derivantur, quos maxime reflectunt.

Hoc e præmonſtratis tanta neceſſitate & evidentia conſequitur, ut ſupervacaneum eſſe videatur me aliquid de induſtria hic in probationem ejus moliri. Utpote, cum oſtenſum ſit, quod nullius generis uniformium Radiorum Color per Reflexionem a corpore phyſico mutari poſſit, ſed unumquodque Colore Radiorum tinctum appareat, quibuſcum illuminatur: Si corpus cujuſcunque ſubdialis Coloris a Solis rubriformibus Radiis in tenebroſo cubiculo illuminetur, rubeſcit; ſi flaviformibus illuminetur, flaveſcit; ſi viridiformibus, vireſcit; & ſic præterea.

Sed in hujus rei majorem evidentiam obſervandum eſt inſuper, quod unumquodque corpus, proprium Colorem præ ceteris ſeorſim incidentibus, copioſe reflectit. Sic, cinnabaris in Luce rubea maxime reſplendet; in viridi, minus; & adhuc minus in cærulea. Sic, indicum in violacea & cærulea Luce maxime reſplendet, & ſplendor ejus gradatim diminuitur, prout in rubeam Lucem per gradus intermedios continuo transfertur. Sic porrus Lucem viridem, pluſquam rubeam aut purpuream reflectere conſpicitur; & ſic in aliis. Et, quo corpora ſub dio ſunt intenſiorum & magis ſpecificorum Colorum, eo minus in aliena Luce reſplendent.

Quamobrem, ut hæc facilius & magis cum evidentia pertentes, corpora ſeligere opor-

oportet intenſis Coloribus, &, quam poteris, maxime ſimplicibus prædita; id, quod cognoſces, ſi, Priſmate adhibito, ſeligas, quæ, ad extremitates Nigredini conterminas, diſtinctiora apparent & minus variegata. Præterea, Colores Priſmatum, quos in hæc corpora projicis, debent eſſe ab invicem, per plures Refractiones, optime diſcreti. Nam, ſi Colores per unici tantum Priſmatis, juxta Lucis ingreſſum poſiti, Refractionem ſecernantur, non Color Lucis incidentis, ſed alius quidem, inter corporis in aprico conſpecti & Lucis hujus incidentis Colorem intermedius, generabitur. Quemadmodum, ſi hujuſmodi Lux flava in cæruleum Corpus incidat, corpus illud non flaveſcet, ſed virebit potius; propterea quod plures e viridiformibus Radiis, in hac flava Luce latitantibus, quam e flaviformibus reflectere aptum ſit; & ſic, rubeum corpus in viridi Luce flaveſcere poteſt, & in cærulea Luce vireſcere, ſi modo Lux illa ab aliis commiſtis Coloribus non bene purgetur. Et, ob hanc cauſam, ſumme cavendum eſt in faciendis hiſce experimentis, ut cubiculum fiat obſcuriſſimum, ne Lux erratica cum priſmatico Colore commiſceatur.

Denique quo Coloris cujuſvis, a corporibus ſub dio diverſe coloratis reflexi, quantitas innoteſcat melius, corpora illa in eadem Lucis qualibet ſpecie juxta poſita confer, & videbis unumquodque in Luce proprii Coloris præ ceteris reſplendere. Sic, indicum in cærulea, vel purpurea, Luce pluſquam cinnabaris reſplendet; & minius in rubea. Aut, ſi forte, (propter alterutrius Coloris imperfectionem & obſcuritatem,) ambo æqualiter in Luce violacea reſplendere contingat, tum in rubea Luce cinnabaris fiet longe illuſtrior, aut, contra, longe debilior in Luce violacea, ſi æqualiter reſplendeant in rubea. Cinnabaris itaque plures e rubriformibus, quam aliis quibuslibet Radiis, reflectit, & proinde rubet. Indicum vero plures e cæruliformibus & purpuriformibus reflectit, & proinde fit intermedii Coloris. Et ad eundem modum, ſi in albis corporibus fiat experimentum, conſtabit, quod omnigenos reflectant æqualiter; & ſic in aliis.

Antequam huic de Coloribus phyſicorum corporum Propoſitioni finem impono, placet annotare de quibuſdam apparentiis quanta neceſſitate conſequuntur e noſtris principiis, quæ alias miræ viderentur & explicatu difficillimæ. Et imprimis; quia corpora evadunt colorata reflectendo quædam genera Radiorum, & intromittendo cetera, ſi aliquatenus tranſpareant; concludendum eſſe videtur, quod Colores maxime tranſmittantur, qui minime reflectuntur; & inde, quod alius ſit eorum Color, cum tranſpiciuntur, atque alius cum cernuntur Luce reflexa. Et hoc, quam bene convenit cum experientia, videre eſt in libro M. *Boylei* de Coloribus conſcripto. Scilicet, infuſio ligni nephritici, quando diverſa Luce tranſpicitur, rubea, vel flava appareat; & cærulea, cum cernitur ad plagas Lucis incidentis. E contra vero, aurum foliatum apparet flavum, & tranſparet cæruleum. Sic, vitri fragmenta per totam profunditatem colorata, qualia in antiquis templorum feneſtris reperiuntur, varios plerumque Colores, pro poſitione Spectatoris, exhibent. Et craſſiorum laminarum vitri pelluciđiſſimi, (qualia ad fabricanda Teleſcopia adhibentur,) cum obverſas oras aſpexi, cæruleum vidi reflexum; & flavum tranſmiſſum, cum perſpexi: Cæruleus autem maxime apparuit, cum illuſtrabatur jubare in obſcuratum cubiculum immiſſo, & a Lente concava diſtracto, ne nimia Luce Color perfunderetur. Neque ullus dubito, quin plurima exſtant hujus rei exempla, ſi quis operæ pretium duxerit in variis liquoribus, aliiſque corporibus tranſparenter coloratis, examen inſtituere, interea cavendo, ne Lux e pluribus plagis ſimul incidat.

Quod autem iſthoc non ſemper eveniat, (quemadmodum in eadem infuſione ligni nephritici, cum cæruleus Color ſalibus acidis deſtruitur, & in aliis pleriſque, quæ undique ſunt ejuſdem Coloris,) ratio eſt, quod corporibus non ſolum inſit poteſtas reflectendi, vel tranſmittendi Radios, ſed etiam ſuffocandi & in ſe terminandi. Sic, aliqua obſtruunt & retinent omnigenos Radios, eoque pacto fiunt undique nigra; alia reflectunt quoſdam, ceteroſque ſupprimunt, ut opaca colorata; alia quoſdam ſupprimunt, ceteroſque partim reflectunt & partim tranſmittunt, ut tranſ-

tranſparenter colorata, quæ circumcirca ejuſdem ſunt Coloris; & alia quoſdam reflectunt, ceteroſque tranſmittunt, ut in exemplis jam allatis conſtitit. Atque ita præterea.

Porro, quod liquoris colorati varia craſſities aliquando ſpeciem Coloris variare poteſt, cum noſtris principiis quamoptime conſentit. Sic, infuſio ligni nephritici, pro varia ejus craſſitie, vel flavum, vel rubeum Colorem referre poteſt. Cujus rei rationem ut intelligas, concipe, quod liquor ille ſit aptiſſimus ad reflectendum purpuriformes & cæruliformes Radios, ineptiſſimus ad reflectendum rubriformes, & mediocriter aptus ad reflectendum mediocres; &, (in *Fig.* 91. *Tab.* XX.) poſito A B C vitro coniformi hujus infuſionis pleno, ſit F I craſſities ejus cum aureo Colore ſplendentis; E H major craſſities, ubi incipit rubeſcere; ac D G craſſities, ubi ſit intenſioris & ſubobſcuri Ruboris. Et, (cum cæruliformes & purpuriformes Radii citiſſime reflectantur, ut ex eo patet, quod unius tantum guttulæ craſſities ad eos Colores reflectendos & Spectantibus exhibendos ſufficit,) ex illis pauciſſimi penetrabunt ad profunditatem F I, ſed plurimi viridiformes, & adhuc plures flaviformes una cum rubriformibus trajicientur, ex qua miſtura ſiet iſte Color aureus. At, per profunditatem E H pauci e flaviformibus tranſibunt, & pauciores e viridiformibus; ac ſoli fere rubriformes ad uſque profunditatem D G pervadere valebunt; quinimo ex illis etiam complures in itinere reflectentur; & inde Rubor trajectus ſubobſcurus evadet.

Ad eundem fere modum, cum Lux per plura corpora diverſis Coloribus pellucide tincta trajicitur, Color ille ex adverſo videbitur, qui facillime pertranſit omnia. Quod ſi nullus poteſt omnia pertranſire, utcunque ſeorſim pellucida exiſtunt, conjunctim tamen evadent maxime opaca. Quemadmodum, ſi lamina A B tranſmittat ſolos rubriformes; & C D ſolos cæruliformes; cum juxta ponuntur, tranſmittent nullos. Cujus quidem rei exemplum habes in *Micrographia* Mri. *Hookii* de cæruleo & rubeo liquore, qui ſeorſim apparuere, & conjunctim fuere opaci.

Denique huc referri poteſt, quod, cum aliquis e Coloribus priſmaticis per corpus tranſparenter coloratum trajicitur, intermedius Color emergit. Sic, Viriditate, v. gr., in vitrum tranſparenter rubeum incidente, flaviformes Radii, qui in illa Viriditate commiſti latent, præ ceteris, vitrum fortaſſe pervadent, efficientque, ut Lux emergens flaveſcat.

Sed videor officii limites exceſſiſſe, in campum phyſicum nimis expatiatus. Viſum quidem fuerat hæc attigiſſe, ut univerſa rerum conſenſio pateret; ſed ſiſto gradum, ac tandem, coronidis loco, inſtrumentum quoddam haud inelegans deſcribam, quo præfata omnia ſumma cum evidentia tentari poſſunt.

Sit A B C *a b c*, (*Fig.* 92. *Tab.* XX.) Priſma, quod Radios, per foramen F in obſcuratum cubiculum tranſmiſſos, refringat verſus Lentem M N, ut Colores, quos efficit in *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, per Lentem deinde tranſiciantur ad X, & ibidem commiſceantur in Albedinem componendam, ſicut in præcedentibus oſtendi. Deinde aliud Priſma D E G *g e d*, priori parallelum, ad locum X, ubi Albedo redintegrata eſt, ſtatuatur, quod Lucem verſus Y refringat. Hujus autem Priſmatis verticalis angulus G *g* ſit æqualis angulo verticali C *c* Priſmatis anterioris, aut eo forte minor, & ſimiliter poſitus, ut incidentes Radios in paralleliſmum reducat, quos Priſma anterius diſperſit.

His poſitis, obſervabis, an Lux Y, (pedes aliquot diſtans trajecta,) æque alba maneat, ac fuerit in X, vel ſenſim abeat in Colores. Si penitus appareat alba, tunc Priſmata cum Lente recte diſpoſuiſti; ſin aliqui Colores ad Y cernantur, Priſma D E G circa ſuum axem eo modo parum converti debet, ut Colores minuantur; &, cum penitus evanuere, & Lux in totum albeſcit, ſiſte Priſma. Quod ſi nequeas hoc modo efficere, quin Lux, inter tranſeundum ab X ad Y, ex aliqua ſua parte tranſmigret in Colores, Lentem M N paulo longius a Priſmate A B C transfer; &, loco X rurſus invento, ubi Colores in Albedinem accuratiſſime convergunt, in eo ſtatue Priſma D E G, ut prius; & rurſus experire, an poſſis Lucem ſine

ſine Coloribus ad Y projicere ; &, cum eo uſque mutaveris poſitiones Priſmatum & Lentis , dum effeceris Lucem ad Y trajectam , quamminime poſſis , coloratam , Priſmata cum Lente in eo ſitu figantur, idque, vel ope trabis, ut in ſchemate deſcribitur, vel tubi , aut inſtrumenti cujuſvis in eum finem fabricati.

Cum habeas hanc machinam e Priſmatibus & Lente, ut dictum eſt, compoſitam; ope Lucis per eam tranſmiſſæ cuncta poſſis experiri, quæ hactenus fuerunt tradita. Hæc enim Lux X Y jubari a Sole directo perſimilis eſt, & eaſdem omnes apparentias exhibet , ac ſi a foramine F recta promanaſſet , nullam omnino Refractionem paſſa , adeoque ejuſdem eſſe conſtitutionis facile credamus . Et tamen , cum in ſua principia componentia , hoc eſt , in Radios diverſorum generum , apud Lentem M N diſcreta fuerit, facile erit modos examini ſubjicere , quibus poſthac in Colores converti poteſt , idque tantum ſiſtendo hoc , vel illud Radiorum genus apud M N , ut conſtitutio Lucis X Y , quoad ejus converſionem in Colores, pateat.

Quemadmodum , ſi deſideretur , ut ſenſui planiſſime pateat , quod Priſma convertit Lucem in Colores, non tranſmutando proprietates ejus intrinſecas, ſed ſegregando tantum Radios , ad excitandum varia Colorum phantaſmata diſpoſitos , ex quibus Lux omnis albens conſtituitur . Nihil aliud agendum eſt , quam ut Priſma aliquod H I K ita ſtatuatur, ut Lucem X Y excipiat, & refringendo tranſmutet in Colores P, Q, R, S, T in papyrum aliquam procidentes . Deinde , ſi Colorem quemlibet apud Lentem M N interpoſito obſtaculo ſiſtas, videbis eundem Colorem a papyro L V deficere . Sic, Purpuram *p* obſtruendo , diſparebit Purpura P , ceteris Coloribus non omnino mutatis ; (dempto forte cæruleo, quatenus aliquid Purpuræ commixtum habeat.) Sic, viridem *r* intercipiendo , viridis R evaneſcet ; & ſic de aliis. Atque ita videre eſt, quod iidem Colores apud papyrum L V , & apud Lentem M N pertinent ad eoſdem Radios, iiſque non communicantur a Refractione Priſmatis H I K ; ſiquidem præexiſtebant, ſegregati quidem ad Lentem M N , & congregati in Luce X Y.

Ad eundem modum , ſi cupias experimenta penitus rimari, quibus aliqua genera Radiorum omnino reflecti poſſint , dum alia , (licet ſimiliter incidentia ,) partim tranſmittantur; Priſma H I K circa axem ejus convette, donec altera pars Colorum , (violacea nempe , & cærulea ,) poſtquam obliquiſſime refracta fuerit verſus L V , abinde penitus diſpareat verſus π deflexa ; parte tamen altera ad L V pervadente . Deinde, ſi dimidium Colorum , Rubedinem verſus, intercipias ad M N , Rubor & flavus diſparebunt ad L V ,& Lux ad π reflexa fiet admodum cærulea. Sin alterum dimidium, Purpuram verſus, intercipias, Rubor apud L V non mutabitur, ſed Lux in π , (propter ablatum purpureum, & cæruleum ,) flaveſcet , aut rubeſcet . Id , quod indicat purpuriformia , & cæruliformia , Radiorum genera penitus ad π reflecti, dum cetera partim refranguntur ad L V. Præterea , ſi corpus aliquod coloratum , v. gr., cinnabaris , hac Luce X Y illuminetur , ſub proprio Colore periude apparebit, quaſi in Luce ſubdiali conſtitutum aſpiceres. Quod ſi cæruliformes & viridiformes Radios juxta Lentem prælapſuros intercipias, Rubor ejus intendetur: At, cum rubriformes Radios intercipis, cinnabaris non amplius rubebit, ſed Flavedinem, aut Viriditatem , aliumve quemvis Colorem , pro ſpecie Radiorum , quos prætermittis, induet . Nec ſecus alia Colorum phænomena , quæ Priſmata ab immediata Solis Luce eliciunt , ope Lucis hujus X Y , poteris experiri, &, intercipiendo quodvis Radiorum genus apud M N , eorum cauſas intueri.

Si quis autem velit inſtrumentum , quale jam deſcripſimus , ad experimenta hujuſmodi inſtituenda conficere , Lentem adhibeat latam tres digitos ,& amplius, quæ Radios parallelos ad focum duos pedes , circiter , diſtantem congregat ; atque ita Priſmata diſtabunt octo pedibus, & conficient inſtrumentum ſatis magnum , quo omnia ſtrictius examini ſubjiciantur . Quod ad poſitionem Lentis attinet, ſi Priſmatum anguli verticales A C B , & D G E, ſunt æquales , puta 60, vel 70 , graduum, ipſa æqualiter ab utriſque diſtabit. Sin alter angulus ſit major altero , Lens illi Priſmati vicinior collocetur , cujus angulus verticalis exiſtit major . Et nota , quod jubar

X Y

Digitized by Google

X Y per ſpatium eo latius diffunditur, quo Lens ſtatuitur anteriori Priſmati A B C vicinior. Atque adeo, ſiquando opus ſit amplo jubare, debes tantum efficere, ut Lens ſit aliquanto vicinior anteriori Priſmati, quam poſteriori, & adhibere Priſma poſterius, cujus angulus verticalis ſit tanto fere minor, quam angulus verticalis anterioris. Denique, ſi velis, ut Colores in Lentem illam procidentes ſint magis directi & ab invicem diſtracti, quam more jam deſcripto contingat, ea nempe de cauſa, ut ſingula Radiorum genera pro lubitu diſtinctius, ſive magis ſejunctim intercipiantur; (id, quod in experimentis nonnullis neceſſarium duco;) nihil aliud agendum eſt, quam ut Lux per duo parva foramina F, & *f*, ab invicem longe diſtantia, prius trajiciatur, quam incidat in Priſmata; vel, ut alia Lens non procul ab interiori Priſmate collocetur, quæ apta ſit, ut Lucem, a longinquo foramine F divergentem, congreget ad alteram ſubſequentem Lentem M N. Ceterum, hoc inſtrumentum ſic recte diſponere invenio moleſtiſſimum eſſe, ut & effectus ejus haud ita diſtinctos & ſenſui patentes ac in præcedentibus, ubi per pauciores Refractiones & majora vitrorum intervalla oſtendebantur. Et eapropter Auditores imprimis illa ſimpliciora & faciliora experimenta examini conſultius ſubjicient.

PARS SECUNDA.

SECTIO SECUNDA.

De variis Colorum Phænomenis.

De Phænomenis Lucis per Priſma ad parietem trajectæ.

HUcuſque fundamenta ſtruxi, quibus Colorum quocunque modo effectorum phænomena explicari poſſunt; effectuum vero, quos ſupra minus attigi, jam cauſas particulares & immediatas, non Geometrarum, (quibus, ſcio, ſupervacaneum videatur,) ſed aliorum gratia, ſigillatim deſcribam. Malo enim hic aliqua, quæ pleriſque ſuperflua fortaſſe videbuntur, interſerere, quam quicquam alicujus momenti omittere, quod incautis & præjudicio laborantibus difficultatem ſubminiſtrare poſſit.

Et imprimis, circa Priſmatis vulgo notos effectus, (quorum cauſam abunde ſatis retexi,) circumſtantiæ nonnullæ ſuperſunt explicandæ: utpote, cur primitivi Colores non omnes eliciuntur, cum Lux, (cujus Radios ab origine heterogeneos Priſma per inæquales Refractiones diſpergit) non tranſit per anguſtum foramen, ſicut paſſim in præcedentibus ſuppoſui, ſed ex unica tantum parte limitatur. Verbi gratia, ſi corpus aliquod opacum F G (*Fig.* 93., *Tab. XX.*) Soli interponatur & Priſmati, juxta baſem ejus A B, quod umbram projiciat in M P, Colores efficiat in ſpatio P T, & Lucem permittat in ipſum N T influere; in P T, confinio Lucis & umbræ, nulli Colores generabuntur præter purpureum & cæruleum cum variis eorum gradibus. Et ratio eſt, quod ex Radiis omnium formarum, qui tranſeunt per extremitatem dicti corporis opaci F G, ſoli purpuriformes, propter maximam eorum Refractionem, poſſunt ad P uſque deflecti, unde Color purpureus ibi conſpicitur. Deinde cæruliformes, cum paulo minus refrangibiles exiſtant, incident in totum ſpatium N Q, non potentes ulterius verſus M deflecti, quam ad Q. Atque ita duæ Radiorum ſpecies, eæque ſolæ, incident in Q, & Colorem ex purpureo & cæruleo compoſitum exhibebunt. Præterea, viridiformes, minus adhuc refrangibiles, in ſpatio N R non ultra extendentur, quam ad R. Flaviformes autem terminabuntur in S. Quare tres tantum ſpecies Colorum miſcebuntur ad R, & Color ex iis omnibus,

bus, (nempe ex purpureo, cæruleo, & viridi,) generabitur. At, cum purpureus & viridis commixti producant cæruleum, ut facile eſt ex antedictis experiri,) liquet Colorem ad R non fore alium, quam cæruleum. Denique, cum Radii rubriformes minime omnium refringantur, ut in ſpatium NT incidentes non magis deflectantur verſus M, quam ad T, liquet, quod in dicto ſpatio N T fiet miſtura Colorum omnium, & proinde albeſcet; ſed in ipſo S, (ubi Color omnis, dempto rubeo, miſcetur,) cæruleus ad Viriditatem nonnihil vergens apparebit; ſed maxime dilutus, propterea quod ſolus Rubor ex Albedinis compoſitione deſit.

Porro, ſi corpus opacum *fg* Soli interponatur & Priſmati juxta verticem ejus C, ſicut videre eſt in *Schemate* 94. *Tab. XXI.* inter obſcuratum ſpatium NT, & lucidum PM, cernes alios duos Colores, rubeum in T, & flavum in R; idque, propter jam dictas rationes. Quippe Radii, prout apti ſunt ad hos ordine Colores (rubeum, flavum, viridem, cæruleum, & violaceum,) generandos, intenduntur per ſpatia MT, MS, MR, MQ, & MP; cum ſoli rubriformes extenduntur uſque ad T, ceteris, propter majorem Refractionem, citius terminatis, neceſſe eſt, ut iſte Color in T ſit rubeus. Item, cum tria Radiorum genera in R incidant, Color ex iſtis (nempe rubeo, flavo, & viridi,) compoſitus ibidem cernetur. Rubeus autem & viridis flavum conſtituunt, atque adeo flavus apparebit in R. Præterea, cum omnium formarum Radii miſceantur in P, & poſtea perpetuo verſus M, ſpatium illud PM apparebit album. Nec ſecus conſtat, quod citreus in S, & in Q flavus ad Viriditatem vergens apparebit, ſed adeo dilutus tamen & cæruleo redundans, ut nomen Viriditatis non mereatur.

Tertio, ſi opaca duo corpora GF & *gf*, (*Fig.* 95. *Tab. XXI.*) Soli & Priſmati interponantur, ut Radii inter utrumque, quaſi per oblongam rimam Priſmati parallelam, tranſeant, atque diſtantia F*f* ſit ſatis magna, pro utroque termino F, & *f*, generabuntur Colores; purpureus nempe ad P, & cæruleus ad R per terminum F; atque flavus ad *r*, & rubeus ad *t*, per terminum *f*, ſicut modo explicatum fuit: Eritque T*p* ſpatium album utriſque Coloribus interjectum. Jam, ſi obſtacula GF, & *gf*, ad ſe invicem paululum admoveantur, ut intermedium ſpatium F*f* evadat anguſtius, iſto pacto Spatium album quoque T*p* fiet anguſtius, donec tandem evaneſcat & Colores utrinque coeant. Sin ſpatium F*f* magis adhuc coarctetur, Viriditas in medio Colorum emerget vice Albedinis, quæ jam evanuit; quæ quidem Viriditas non antea apparuit, propter commiſturam Radiorum heterogeneorum, quibus involuta latuit; jam vero, heterogeneis iſtis per obſtacula duo ſibi propius admota alterne interceptis, Viriditas ea paulatim detegitur, patet, & evadit perfectior, donec (cum dictum F *f* ſatis anguſtum eſt,) ab omni fere miſtura liberatur, & eruitur, propriaque ſpecie non minus, quam ceteri Colores, elucet. Et hinc in tranſitu colligitur, quod Viriditas inter Colores medietatem exacte obtinet, non magis ad rubeum vergens quam ad violaceum, neque ad flavum quam ad cæruleum; hoc eſt, in ſpecie Coloris, & reſpectu multitudinis Radiorum ad Colores utrinque pertinentium. Nam, in gradu Refrangibilitatis, minus differt a parte rubea, flavaque, & in alia quadam proprietate, (cui jam explicandæ non eſt locus,) minus differt a parte purpurea & cærulea.

Præterea, cum Albedo T*p*, propter anguſtiam pervii ſpatii F*f* incipit evaneſcere, Colores etiam contractiores paulatim apparebunt; ita ut, cum iſtud F*f* fit valde anguſtum, flavus ad rubeum, & cæruleus ad violaceum, quaſi duplo vicinior evadat, quam, cum amplitudo ejus permiſit Albedinem in medio Colorum produci; & ut quinque Colores, (Viriditate jam internata,) non occupent plus ſpatii, quam eorum duo prius occupavere. Cujus rei ratio ex ſchematum inſpectione patebit animadvertenti, quod flavus ad *r*, & cæruleus ad R, ex heterogeneis Radiis compoſitus, mutatur in fere uniformem flavum ad loca S & *s* incidentem, & in fere uniformem cæruleum ad loca Q & *q* ſimiliter incidentem, heterogeneis Radiis e miſtura, per anguſtiam ſpatii F*f*, magna ex parte ſublatis.

Quarto, ſi Lux terminetur obſtaculo G *g*, cujus extremitas perpendiculariter

tranſverſa eſt ad longitudinem Priſmatis, Colores omnino nulli, virtute termini illius, generabuntur. Etenim, ponamus parallelos Radios OF, & O*f*, ceteroſque, (*Fig.* 96. *Tab. XXI.*) juxta extremitatem dictam G*g* in Priſma ABC prolapſos, ibidemque refractos eſſe ad PT, & *pt*, atque MN eſſe umbram ipſius G*g*. Jam, licet Radii purpuriformes FP, & *fp* magis refringantur quam rubriformes FT, & *ft*, tamen, iſta Refractione ſecundum terminum umbræ facta, ita ut ex dictis Radiis multi magis deflectant verſus umbram, quam ceteri; palam eſt, quod ubicunque purpuriformes incidunt, rubriformes etiam incident in eundem locum, & e contra. Quod idem de Radiis intermediis pari modo concipiatur. Et ſic, Radiis omnium ſpecierum ubique per extremitatem umbræ commixtis, umbra bene definietur ſine aliquo Colore, (præter album, vel fuſcum ex Luce & umbra mixtis,) conſpecto. Sed cavendum eſt, ne Colores, per limites Priſmatis A*a* vel C*c* generati, habeantur pro generatis a limite G*g*. Quamobrem Priſmata, quæ ex vitro in totum fiunt, ad examen hujus & proxime præcedentis commode inſtituendum, nimis ſunt exigua; propterea quod Colores, per extremitatem verticis & baſis producti, interjectum ſpatium album haud relinquent ſatis amplum, in quo generatio Colorum prædictis modis probetur. Itaque, ut Priſma conficiatur ex vitris planis & bene politis, qualia ad Specula conſpicienda adhibentur, moneo; quibus in morem cunei connexis, & in vaſculum dein priſmiforme completis, ut ſupra dictum, vaſculum iſtud impleatur aqua limpidiſſima & occludatur, & ſic Priſmata ad arbitrium ampla conficias.

Quinto, ut omnia jam uno comprehendam ſpecimine, ſit G*g* (*Fig.* 97. *Tab. XXI.*) corpus opacum orbiculari foramine F*f* unum duoſve digitos lato pertuſum, per quod Lux in Priſma trajiciatur; ubi cum refracta fuerit, projicitur in papyrum, vel quodvis album corpus MN, quaſi ſemiſſe pedis a Priſmate poſtpoſitum; & videbis illuminatum ſpatium PYTZ rotundum ad modum foraminis F*f*, album in ejus medietate, & duabus ſemilunulis Colorum terminatum, purpureo & cæruleo ad P, flavo autem & rubeo ad T, qui Colores paulatim deficiunt verſus Y & Z, ubi nulli omnino conſpiciuntur. Præterea, ſi papyrum ad majorem diſtantiam paulatim diſtuleris, velut ad *mn*; videbis Colores diſtendi & augeri, & intermediam Albedinem uſque comminui, dum prorſus evaneſcat, totumque ſpatium Coloribus, rubeo, flavo, cæruleo, & purpureo, tinctum appareat; & papyrum longius differendo, Viriditas e medio emerget, & creſcet, tum amplitudine ſpatii, tum perfectione ſpeciei, totumque ſpatium coloratum diſtrahetur in oblongam formam. Quorum omnium rationes ex ſupradictis depromantur.

Ad hæc, ſi Lux obſtaculo ad quamvis diſtantiam poſt Priſma collocato terminetur, conſimilis erit Colorum generatio. Sit, v. gr., obſtaculum G*g* (*Fig.* 98. *Tab. XXII.*) perforatum in F, & ad diſtantiam pedis unius, aut amplius, poſt Priſma ABC collocatum. Priſma autem ſatis amplum adhibeatur, (quale ex laminis vitreis, ut ſupra, poſſis efficere,) ne Lux omnis prius abeat in Colores, quam attingat foramen F; & Lux illa, poſtquam tranſiit per F, non ſecus convertetur in Colores apud P, Q, R, S, T, quam contigit in præcedentibus. Scilicet, inſpicienti ſchema patebit, quomodo Radii diverſorum generum inæqualiter refracti convergant a diverſis partibus Priſmatis ad iſtud F, ubi, (ut & hinc inde verſus G & *g*,) componunt Albedinem; ſed inibi decuſſantes divergunt poſtea, diverſique Colores in diverſa ſpatia P, Q, R, S, T, tendunt. Et hinc, cum Radii repagulo quolibet H ex utravis parte Priſmatis intercipiuntur, e Coloribus P, Q, R, S, T, aliqui tollentur. Si Radios nempe vertici C vicinos intercipias, tolles purpureum P; vel tolles rubeum T, ſi intercipias eos baſi AB vicinos. Et ſic de aliis; ita ut quoslibet pro arbitrio poſſis tollere, vel efficere, ut quilibet ſolus appareat.

Denique, ſi Lux ex unica tantum parte pone Priſma limitetur, vel ſi duo ſtatuantur limites, iique, vel ad eaſdem, vel ad oppoſitas partes Priſmatis, vel quocunque alio more Lux terminetur; modus, quo Colores exinde generantur, ex antedictis facile patebit, ut jacturam temporis fecero de hac re plura verba facturus.

Quin-

Digitized by Google

Quinetiam, ſi duo, vel plura, Priſmata quocunque modo inter ſe diſponantur, peritus Optices facile explorabit cauſam.

Ceterum de modo tollendi quoslibet Colores in *Fig.* 98. per interpoſitionem obſtaculi H hic obiter notandum venit, quantum iſta circumſtantia adverſatur hypotheſibus Philoſophorum, quæ de Coloribus huc uſque fuerunt excogitatæ. Ex illis enim poſitis, refracta Lux ad eas ſemper partes cum cæruleo & violaceo terminanda eſt, verſus quas fit Refractio; quandoquidem gyrationes globulorum, ex opinione *Carteſii*; vel partes anteriores pulſuum ætheris oblique vibrantis, ex hypotheſi Mri. *Hookii*, per viciniam quieſcentis medii ad eas ſemper partes impediuntur & hebeſcunt. Et tamen hic videre eſt, quod admoto obſtaculo H, ut Radios vertici Priſmatis vicinos intercidat, poſſis violaceum & cæruleum tollere, & efficere, ut viridis, vel flavus, aut etiam ruber, ad eas partes maneat extimus, verſus quas Refractio peragitur. Nec hypotheſis eorum tutior eſt, qui ſupponunt Colores ex Lucis & umbræ miſtura generari; nam eadem videtur eſſe in eorum confinio miſtura, ſive aliqui ex Radiis ante Refractionem limite H intercidantur, ſive omnes per Priſma libere tranſeant.

Hujuſmodi etiam hypotheſes ex aliis experimentis paſſim occurrentibus everti poſſent, modo id inſtituto meo neceſſarium ducerem. Quemadmodum ex illis, ubi Lucem partim reflecti poſſe, & partim tranſmitti, docebam: nam Lux tranſmiſſa dabat flavum rubeumque, idque in meditullio ejus, ubi a nullo quieſcente medio, vel tenebris, terminabatur. Sic etiam maxime valet, quod oſtendi Colorem Lucis ex uniformibus Radiis conſtantis non poſſe per quaslibet Refractiones mutari. Ceterum non opus eſt, ut hypotheſes refutem, quæ, ex inventa tandem veritate, ſua ſponte corruent.

Phænomenis jam ante explicatis affinia ſunt ſequentia, quæ circa compoſitionem Albedinis verſantur. Priſmata duo A B C, & *abc*, (*Fig.* 99. *Tab. XXII.*) quorum anguli verticales A C B, & *acb*, æquentur, ita parallelis axibus diſpone, ut alterius linea verticalis A C cum *b*, extremitate baſis alterius, conveniat, planis B C & *bc* in directum jacentibus. Quo facto, ſi Sol tranſluceat ea in papyrum M N, octo, vel duodecim, digitos poſtpoſitam, Colores quidem generabuntur ad M, & N, per exteriores Priſmatum terminos B, & *c*, non autem per interiores C, & *b*; ſed medium ſpatium P T totum apparebit album. Sin alterutrum Priſma tollas, alterius extremitas C, vel *b*, generabit Colores ad P T; ac dein, ſi reſtituas, Albedo etiam reſtituetur. Scilicet, Albedo iſta componitur ex Coloribus ab extremitate C, & *b*, Priſmatis utriuſque prolapſis; id, quod facile conſtet ex præfatis. Nam, Radii purpuriformes ab utroque Priſmate refracti limitantur in eodem puncto P; ita ut ab uno Priſmate manantes incidant in P M, ab altero in P N, & ab utroque ſimul in totum M N, non ſecus ac ſi omnes ab unico Priſmate veniſſent. Eodem modo, cæruliformes extenduntur per totum ſpatium M N, & eorum terminus communis eſt Q, prout manant a diverſis Priſmatibus; & ſic de ceteris. Quare omnigeni Radii commiſcentur in unaquaque parte ſpatii P T, & Albedinem ideo component; ſin alterutrum Priſma tollas, puta A B C, vel Lucem ei potius occludas, tum Radiis rubriformibus ab M T, flaviformibus ab M S, viridiformibus ab M R, cæruliformibus ab M Q, & purpuriformibus ab M P, ſublatis, manebunt rubriformes in N T, flaviformes in N S, viridiformes in N R, cæruliformes in N Q, & purpuriformes in N P: Adeoque purpureus apparebit in P, & cæruleus in R, ut oſtendimus ante. Et ſimili ratione, ſi Lux occludatur alteri Priſmati *abc*, ne permeet, Rubor apparebit in T, & Flavedo in R.

In iſtis autem experiendis requiritur, ut anguli A C B, & *acb*, ſint æquales; id, quod tentabis, ſi Priſmata ſecundum longitudinem eorum ita connectas, ut duo ex planis dictos angulos comprehendentibus, puta B C, & *bc*, (*Fig.* 100. *Tab. XXII.*) ſiant contigua, & reliqua A C, & *ac*, ſibi oppoſita. Quo facto, ſi Radii Solis ingreſſi foramen F pergunt ad eundem locum S, cum trajiciuntur per dicta Priſmata perpendiculariter ad eorum latera A C, & *ac*, atque cum libere progrediuntur,

Digitized by Google

nullo interjecto obſtaculo, tum plana AC, & *ac*, ſunt parallela, & anguli ACB, & *acb*, æquales; ſin iſtud non eveniat, ſunt inæquales. In quo caſu notetur præterea, quod inclinando plana BC, & *bc*, (*Fig.* 99. *Tab. XXII.*) vel ab invicem reclinando, poſſis Albedinem in PT haud ſecus componere, ac ſi dicti anguli fuiſſent æquales, & plana BC, & *bc*, in directum jacentia.

Quinetiam poſſis hoc idem cum unico tantum Priſmate perficere, dummodo ſatis magnum ſit; puta, cujus refringentia latera AC, & BC, (*Fig.* 101. *Tab. XXIII.*) ſint ſex, vel octo, digitos lata. Etenim ſint FG, & *fg* duo corpora opaca, plana, rectangula, & ad Priſmatis planum AC *ca* ſecundum planitiem ejus ſic applicata, ut eorum angularia puncta G, & *g*, juxta plani iſtius centrum ſe mutuo contingant, & latera concurrentia, (quorum FG & *fg* ſint ad axem Priſmatis parallela,) ex adverſo jaceant in directum. Quo facto, ſi Lux refracta projiciatur in papyrum MNX, pedes quaſi duos diſtantem, obſtaculum FG projiciet umbram in MH, purpuram efficiet in PHIQ, ac cæruleum Colorem in QILT, & permittet Lucem in LN. Dico jam, ſi Speculo aliquo *μν* X Colores ex alterutra parte lineæ HL, velut HL*pt*, ita reflectantur, ut incidant in papyrum ad eundem locum cum Coloribus HLPT, ex altera parte Color omnis evaneſcet, totumque HLPT apparebit album. Nam, purpuriformes Radii a Priſmate ad PHIQ directe tendunt, & cetera quatuor Radiorum genera ad eundem locum reflectuntur a Speculo, incidentes, puta, in HI*πχ*. Item, purpuriformes & cæruliformes directe tendunt ad QIXR, & cetera tria genera illuc reflectuntur ab IX*ρχ*; & ſic de reliquis: Adeo ut omnes omnium generum Radii paſſim per ſpatium PHLT miſceantur, ibidemque componant Albedinem. Sed notandum eſt, quod, cum Lux Reflexione ſemper debilitatur, Radiis quamplurimis inter reflectendum amiſſis, exinde forſan eveniat, quod Lux directa nonnihil prævalebit reflexæ, & Color ejus dominabitur, niſi compenſatio fiat, ita papyrum inclinando, ut directa Lux paulo obliquius in eam incidat, quam reflexa; de qua re facile judicium feras ex perfectione Albedinis emergentis.

Antequam ad aliud experimentorum genus tranſeo, neceſſarium erit, ut formam imaginis coloratæ, quam Lux per arctum orbiculare foramen in tenebroſum cubiculum influens, & per Priſma deinde tranſmiſſa effingit, paulo magis articulatim inſpiciamus, & ſingulorum ejus Colorum dimenſiones ac diſtantias ab invicem, nec non Refrangibilitatis gradus ſingulis Radiorum generibus competentes ſedulo rimemur.

Oſtendebatur ſub initio, quod, ubi Priſma, (cujus angulus verticalis erat quaſi 63 grad.,) imaginem ad diſtantiam 22 pedum projiciebat, longitudo ejus erat $13\frac{1}{4}$ dig., & latitudo $2\frac{5}{8}$ dig.; Adeoque centra extimorum circulorum, ex quibus in longum diſpoſitis imago illa conſtitit, diſtabant $10\frac{5}{8}$ dig. Jam, ad hanc diſtantiam, ſive diſtractam longitudinem imaginis, ceteras ejus dimenſiones referre convenit, propterea quod ad abſolutam ejus longitudinem, (quæ a magnitudine componentium circulorum dependet,) non habent certam relationem. Quo autem dimenſiones ejus majori ἀκριβείᾳ inveſtigarem, loca, ubi Colores in ſuo genere perfectiſſimi, eorumque confinia in tranſverſam papyrum incidebant, calamo ſcriptorio notabam, &, obſervationibus hujuſmodi ſæpius repetitis & inter ſe collatis, has tandem concluſiones ſigillatim perdidici.

1. Cæruleus & violaceus ex una parte, & viridis, ac rubeus ex altera imaginem bipartiebantur; adeo ut viridis, & cærulei confinium, (quod thalaſſinum appellare poſſim,) meditullium ejus occuparet.

2. Locus, ubi porracea, ſive floridiſſima, Viriditas apparuit, diviſit imaginis diſtractam longitudinem in ratione 3 ad 5; utpote longitudine illa in 8 partes diviſa, Viriditas illa tribus partibus a rubeo termino diſtabat, & quinque partibus a purpureo.

3. Spa-

Digitized by Google

3. Spatium, per quod Viriditas omnis, adusque cærulei & flavi confinium, diſtendebatur, fuit quaſi ſexta pars totius diſtractæ longitudinis.

4. Cærulei & purpurei confinium, ſive indicus perfectiſſimus a confinio rubei flavique, ſive a perfectiſſimo citrino, quaſi $\frac{7}{12}$ partibus totius diſtractæ longitudinis diſtabat.

5. Denique, hæc indici & citrini diſtantia, per confinium viridis & cærulei, in ratione 2 ad 3 dividebatur; ita ſcilicet, ut confinium iſtud, ſive meditullium imaginis, ab indico $\frac{14}{60}$ partibus totius diſtractæ longitudinis diſtaret, & $\frac{21}{60}$ partibus a citrino.

Cum iſthæc, quanta potui diligentia, obſervaſſem, non proprio tantum ſenſu confiſus, ſed, (propter ſummam difficultatem præciſe diſtinguendi confinia Colorum, & loca maximæ perfectionis,) aliorum judiciis fretus; imaginis dimenſiones juxta hæc inventa delineavi, quemadmodum videre eſt in *Fig.* 102. *Tab. XXIII.* Scilicet, centris X & Y, $10\frac{1}{4}$ unciis diſtantibus, & ſemidiametris $1\frac{5}{16}$ unciis, ſemicirculos duos A P C, & B T D e ragione deſcripſi, & rectis A B & C D tangentibus connexui.

Deinde linea X Y, (quam ſupra denominavi diſtractam longitudinem imaginis,) in 60 partes æquales diviſa, ſumſi $LY = 9$, $IY = 20$, $HY = 30$, & $FY = 44$ partes ejuſmodi. Et, perpendiculis ad iſta puncta erectis, imaginem in quinque partes, Coloribus quinque inſignioribus competentes, diſtinxi; parte P F referente expanſionem violacei, & F H expanſionem cærulei, & ſic deinceps. Quo facto, coloratam Lucem in hanc figuram projeci, ut conſtaret denuo, an Color quilibet intra limites ſic aſſignatos contineretur; &, cum tota imago totam occupabat figuram, ſinguli etiam Colores cum ſingulis partibus quamoptime conveniebant. Interea vero in ſpatiis iſtis loca obſervabam, (qualia in hoc ſchemate punctim notantur,) ubi ſinguli Colores ſaturi, & in ſuo genere illuſtriſſimi, apparuere.

Jam, horum locorum & limitum, Colores diſterminantium, intervalla non alia fore manifeſtum eſt, etiamſi circulos ex quibus imago conflatur, per methodos ſæpius recenſitas, centris non mutatis, quantumvis minueres. Ea ſcilicet de cauſa, ut heterogenei plus ſegregarentur, & Colores evaderent ſimpliciores. Quippe, cum in ipſiſſimis rectilineis terminis A B, & C D, Colores ſint abſolute ſimplices, & Colores in media imagine prope lineam X Y, cum iſtis, quibus interjacent, marginalibus congeneri appareant, ratio etiam ſuadet, quod heterogeneorum miſtura non ſenſibiliter mutet locum alicujus Coloris; ſiquidem, hinc & inde venientes, ſe mutuo contemperant. Sic, Radii viridiformes & purpuriformes per cæruleum ſparſi æquipollent, & ideo non dimovent, aut conturbant Colorem illum, ut ſoli, (quamvis nulli purpuriformes intermiſcerentur,) ibidem componerent & exhiberent. Sed hic excipienda ſunt ſpatia circulis terminalibus A C, & B D comprehenſa, ubi contemperamentum illud ex parte exteriori gradatim deficit, & ideo ſaturi Ruboris, qui ſolus, e præfinitis, in circulum terminalem ſe extendit, poſitionem in imagine e parte marginali, ubi tranſibit circulus, expedivi, ut indicat *Fig.* 103. *Tab. XXIII.* In his autem ſi quid hæſites, poſſis experimenta de novo inſtituere, contrahendo imaginis latitudinem, ut circuli, ceteris paribus, minores evadant, & nullus dubito, quin omnia quadraverint.

Ceterum, quamvis Colorum confinia in lineas ad F, H, I, & L, erectas incidebant, tamen loca, ubi ſaturi & intenſi apparuere, non omnia conſtitere in medio interjecti ſpatii; nam cæruleus, qui in ſua ſpecie illuſtriſſimus erat & nullatenus purpuraſcens, propius ad F cadebat, quam ad X; & pleniſſima Flavedo videbatur eſſe aliquantulum propior ad H, quam ad I. Atque ita, Rubedo & Purpura propius ad centra X, & Y, quam ad alteros limites intenſæ apparuerunt; ſolaque Viriditas in medio limitum F, & H, effloruit. Unde conſtat ratio, quod, eiſi

etſi flavus & cæruleus commixtione viridem componunt; rubeus tamen & viridis, propter majus intervallum, non bene componunt flavum; nec viridi: & purpureus cæruleum. Cum igitur Colores juxta medium conſtipatiores ſunt, ita ut inter flavum & rubeum, juxta & inter cæruleum & purpureum, quaſi triente majus interſit intervallum, quam inter viridem & flavum, vel cæruleum ſibi hinc & inde conterminum; quo imago elegantius in partes inter ſe proportionales diſtinguatur, in numerum quinque inſigniorum Colorum duos alios, citreum ſcilicet inter rubeum & flavum, ac indicum inter cæruleum ac violaceum, aſciſcere convenit; idque potiſſime, quod, poſt quinque inſigniores, illi duo eminere videntur, ſpatiaque, ubi interſerantur, pro ſpeciei perfectione, ſatis ampla obtinent; & ſic exteriorum Colorum redundans expanſio præſcindetur, omneſque ad quantitatem Viriditatis, politiori ſymmetria, proportionati evadent.

His itaque intertextis Coloribus, obſervationes denuo inſtituebam, &, (ut breviter dicam,) omnia comparuere juxta ac ſi partes imaginis, quas Colores occupant, proportionales eſſent chordæ ſic diviſæ, ut ſingulos gradus in octava reſonare faciat. Quod cum tandem deprehendi, figuram imaginis in partes perinde diviſi, ut videre eſt in *Schem.* 103. *Tab. XXIII.*) Atque iterum tentavi, quam bene cum his partibus Colores convenirent. Scilicet, imaginis diſtracta longitudine X Y producta ad Z, ut Y Z ſit æqualis X Y, finge X Z cordam eſſe, quam in X Y ita dividere oporter, quaſi ſingula ſegmenta ad uſque Z protenſa ſingulos octavæ gradus (ſol, la, fa, ut, re, mi, fa, ſol) edere deberent. Id quod fiet biſſecando X Y in H, & triſecando in G & I, rurſuſque triſecando X I in E, & capiendo K Y quintam, & M Y octavam partem totius X Y. Et ſemitonia E G & K M indicum & citrium referent, ceterique quinque toni X E, F G, G H, H I, I K, ceteros quinque præcellentes Colores, quorum ſinguli, cum tota Colorum congeries in totam figuram adæquate incidit, intra has ſingulas reſpective partes comprehenſi fuerint. Inque meditulliis harum partium circiter, Color quilibet in propria ſpecie illuſtriſſimus & intenſiſſimus apparuit; etiam Purpura & Rubedo, quamvis ultra verſus P, ac T, marceſcente Luce exundarunt.

Ceterum, hæc non adeo præciſe obſervare potui, quin ut fateri cogar ea poſſe paulo aliter fortaſſe conſtitui. Quemadmodum, ſi inter X Z, & Y Z, ſumantur undecim mediæ proportionales, quarum E Z ſecunda ſit, F Z tertia, G Z quinta, H Z ſeptima, I Z nona, & K Z decima; hæc etiam imaginis diſtributio cum Colorum expanſionibus ſat bene convenire videbitur. Nam, differentiæ adeo minutæ, quales inter hanc & ſuperiorem diſtributionem intercedunt, acutiſſimo ſenſu judice, vix comparituros errores efficere poſſunt.

Quantum vero diſtributiones iſtæ differunt, ex adjunctis numeris patebit, quorum ſuperiores ad chordam 720 partium ratione muſica diviſam reſpiciunt, & inferiores ad eandem chordam quamproxime diviſam ratione geometrica.

Chorda muſice diviſa

360. 320. 300. 270. 240. 216. $202\frac{1}{2}$. 180.

Chorda geometrice diviſa

360. 321. 303. 270. 240. 214. 202. 180.

Superiorem vero diſtributionem potius adhibui, non tantum quod cum phænomenis optime convenit, ſed quod, fortaſſe, aliquid circa Colorum harmonias, (qualium Pictores non penitus ignari ſunt, ſed ipſe nondum ſatis perſpectas habeo,) ſonorum concordantiis fortaſſe analogas, involvat. Quemadmodum veriſimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quæ eſt inter extimam Purpuram ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavæ terminos, (qui pro uniſonis quodammodo haberi poſſunt,) reperitur.

Ex

Digitized by Google

Ex his demum proportiones ſinuum Refractionis cuique Radiorum generi competentium, (ratione mechanica,) determinantur; utpote, ad vitrum aeri contiguum, cum ſinus Radiorum hinc & inde extimorum ſint ut 68 ad 69, divide intermediam unitatem in ratione partium hujus imaginis, & orientur 68, $68\frac{1}{8}$, $68\frac{1}{5}$, $68\frac{1}{3}$, $68\frac{1}{2}$, $68\frac{2}{3}$, $68\frac{7}{9}$, 69, pro ſinubus ad confinia terminoſque ſingulorum ſeptem Colorum pertinentibus, reſpectu communis ſinus Incidentiæ $44\frac{1}{4}$, cum Refractio fit e vitro. Cum vero fit in vitrum, pro ſinubus iſtis adhibe numeros 68, $68\frac{2}{9}$, $68\frac{1}{3}$, $68\frac{1}{2}$, $68\frac{2}{3}$, $68\frac{4}{5}$, $68\frac{7}{8}$ 69, exiſtente communi ſinu Incidentiæ 106. Et pro ſinubus ad Radios, ubi Colores ſunt in propriis ſpeciebus perfectiſſimi, pertinentibus, numeri inter hos numeros intermedii adhiberi poſſunt.

Sic, ad aquam aeri conterminam, ubi extremi ſinus Refractionis ſunt 90 ad 91, ſinus intermedios per conſimilem unitatis intermediæ diſſectionem, (ſtatuendo ſcilicet eſſe 90, $90\frac{1}{8}$, $90\frac{1}{5}$, &c. vel 90, $90\frac{2}{9}$, $90\frac{1}{3}$, &c.,) elicere poſſis. Aſt, hic memento determinationes haſce non eſſe præciſe geometricas, ſed tam proxime tamen accuratas, quam exigunt hujuſmodi res practicæ; & quidquam amplius moliri, præter computandi tædium, affectatam & inanem curioſitatem argueret.

Sunt & aliæ circa hos Colores circumſtantiæ, quas jam determinare potuiſſem; quemadmodum variæ eorum formæ & expanſiones, pro variis poſitionibus Priſmatis circa axem convolventis; vel, pro varia materia refractiva, ex qua Priſma fabricatur, quave circumdatur; vel etiam, pro varia magnitudine ejus anguli verticalis. Sed ea omnia ex oſtenſis in parte priori, (conferendo cum jam explicatis,) ſat manifeſtantur; ut & effectus, quantum ſcio, omnes, quos vel unica tantum Refractione, vel utcunque pluribus, & quavis terminatione Lucis elicere liceat.

De Phænomenis Lucis per Priſma in Oculum tranſmiſſæ.

Poſt explicata Colorum a parietibus, aliiſve objectis reflexorum phænomena, ordo poſtulat, ut ad affines objectorum trans Priſmata prope Oculum interpoſita conſpicuorum apparentias explicandas jam animum adjiciam. Et, cum doctrinam in quinque Propoſitionibus ſupra traditam, per prioris generis experimenta ſolummodo probaverim, & hoc experimentorum genus, eo quod non ſit adeo ſimplex, conſulto reticuerim, explicationem ejus jam fuſe tradere non pigebit.

Hic ideo imprimis recordari oportet, quod objectorum mediante Refractione viſorum imagines, non in propriis locis, ſed aliis quibuſdam videntur, a quibus videlicet refracti Radii recta ad Oculum tendunt: atque adeo, ſi ita refringantur, ut, qui fluunt ab iiſdem partibus objecti, a diverſis locis directe ad Oculum veniant, objectum illud in totidem locis apparebit. Sit, ex. gr. X (*Fig.* 104. *Tab. XXIII.*) objectum; O Oculus; & BC Lens interpoſita, quæ pluribus planis ſuperficiebus C D, D E, E F, &c., terminetur, ſicut ad objecta multiplicia reddenda fabricari ſolet. Dein, ſuppone hæc plana Radios in ſeſe incidentes ita refringere, ut Oculum petant quaſi a loco *x* venientes, qui incidunt in planum D E, vel a loco *y* venientes, qui incidunt in Planum EF, & ſic porro; & manifeſtum eſt, tum ratione, tum experientia ſuadente, quod idem objectum X in diverſis locis, *x*, & *y*, ad inſtar plurium videbitur.

Ad eundem modum, ſtantibus jam poſitis, niſi quod, vice polygoni BC, Priſma A B C (*Fig.* 105. *Tab. XXIV.*) ſubſtituatur, cum e præmonſtratis conſtat, quod e Radiis verſus Oculum refractis, purpuriformes, propter maximam Refrangibilitatem, longiſſime a linea recta Oculum & objectum interjacente divaricant. Suppone, quod Oculum petant quaſi venientes a P, & quod rubriformes Oculum pe-

petant quaſi venientes a T, ceterique in locis intermediis, pro gradu Refrangibilitatis, fluant; & manifeſtum eſt, quod objecti, ſi ope purpuriformium Radiorum ſolummodo conſpiceretur, imago ſoret ad P, idque cærulei Coloris; ſin Radiis ſolummodo rubriformibus conſpiceretur, imago ejus ad T exiſteret, idque rubei Coloris; & ad R viridis appareret, ſi modo viridiformibus Radiis conſpiceretur; & ſic præterea. Quod, ſi objectum duo tantummodo Radiorum genera ſimul emitteret, duplicem ſortiretur imaginem; ſic, emiſſis rubriformibus & purpuriformibus Radiis, imago altera ad T rubea appareret, & altera ad P purpurea. Et ſic denique, ſi omne genus Radiorum ſimul emitteret, (ut ſolent corpora naturalia,) tunc innumeras Colorum gradatim differentium obtineret imagines, per totum ſpatium PT ordine continuo diſpoſitas; quæ, cum in locis, non penitus diſcretis, formarentur, ſe mutuo obliterarent, efficerentque, ut nil, niſi confuſa Colorum ſeries appareret.

Hoc pacto quidem Colores omnigenos generari oportet, cum objecti lucidi, Nigredine, vel tenebris terminati, perexigua eſt apparens magnitudo, qualis eſt Solis, vel Lunæ, aliorumve ſyderum, aut foraminis in feneſtra Lucem a nubibus in obſcurum cubiculum intromittentis. Quod, ſi expanſius objectum intueamur, quale ad X deſignatur; terminum ejus G H vertici Priſmatis propiorem imprimis animadvertamus; & manifeſtum eſt, quod imaginum ejus, ex variis Radiorum generibus formatarum, purpurea longiſſime omnium, veluti ad P, divaricante, Color ille apparebit extimus. Imago autem viridis, aduſque R translata, cum parte aliqua purpureæ imaginis, ut & intermediæ ceruleæ, ibidem coincidet & confundetur, a qua miſtura cæruleum Colorem generari oportet. Et rubea in T terminata cum partibus ceterarum omnium imaginum couſque extenſis coincidet, & Colorem objecti ibi reſtituet, album, puta, ſi modo objectum ſit albi Coloris.

Et, quemadmodum juxta limitem G H, objectum purpureo & cæruleo fimbriatum apparebit; ſic, in oppoſito limite I K, per conſimile ratiocinium, patebit alteros Colores, rubeum flavumque, produci.

Nec ſecus, cum ejuſdem objecti partes aliquæ ſunt aliis utcunque lucidiores, Colores varii generari debent.

Et quantitas anguli P O T, ſub quo Colores apparent, erit maxima cum Priſma ſtatuitur Oculo viciniſſimum, eoque minor evadet continuo, quo Priſma propius ad Objectum collocatur. Quemadmodum, ſi Priſmatis ex vitro confecti angulus verticalis ſit *60.* gr., Colores ſub angulo 2. 2′ circiter apparebunt, cum proxime Oculum diſponitur; & 1. 1′. cum in media, inter Oculum & objectum, diſtantia ſtatuitur; & quaſi $30\frac{1}{2}$ min. cum triplo plus diſtat ab Oculo quam ab objecto; & ſic præterea. Hic autem ſuppono Radios ad utramque ſuperficiem ejus æqualiter refringi. Nam, cum poſitionem ad Radios ex alterutra parte obliquiorem, convertendo circa axem, acquirit, ille angulus augebitur. Suppono etiam objectum ſatis lucidum eſſe, ac tenebris denſiſſimis terminatum, ut Colores aduſque ſummas extremitates videri poſſint. Nam, ſecus, per latitudinem jam aſſignata minorem, diſtendi videbuntur, ut ut de quantitate aliiſque Colorum circumſtantiis in quibuslibet objectis ſub dio conſpectis apparentium, idque pro Refractionibus utcunque factis, ex his facile eſt conjicere.

Ceterum in allatæ doctrinæ illuſtrationem phænomena aliquot inſigniora & minus obvia ex abundanti jam breviter deſcribere eſt animus.

Et imprimis, accepto filo aliquo P T (*Fig. 106. Tab. XXIV.*) ejus alterum dimidium P R cæruleo Colore tinxi, atque alterum R T Colore rubeo. Dein, Priſmate adhibito, hoc filum intuebar, cujus a tergo, niſi locus erat tenebroſus, corpus aliquod nigerrimum ſtatuebam, vidique præfata dimidia, non in directum jacentia, ſed in duas lineas diſcreta, quas in *p r* & *s t* habes deſignatas. Scilicet, cærulei dimidii, propter majorem eorum Radiorum Refractionem, imago paulo longius translata fuit. At, linea tamen ſubobſcura ipſius P T refracta apparuit, cujus partes in directum jacere & a qua Colores aliquantulum proſtare viſi ſunt; id,

quod

quod ex imperfectione, & mixtura in utriſque fili Coloribus latente contigit. Nam, quanto illuſtriores erant & ſimpliciores, ea linea tanto obſcurior evaſit, & Colores *pr*, & *st*, clariores & magis interrupti.

Ceterum, cum Lux, quam filum tenue reflectit, perexigua ſit, præſtat adhibere corpus aliquod expanſius, quale per PN (*Fig.* 107. *Tab. XXIV.*) deſignatur, quod, v. gr., concipe papyrum eſſe ex parte PRLK cæruleam, & ex altera parte rubeam. Tum Priſmate juxta Oculum interpoſito, nigroque corpore, aut loco tenebroſo, pone hoc objectum ſito, videbis imaginem cæruleæ partis paulo longius tranſlatam eſſe, terminis *pt*, & *kn* in confinio Colorum *rs*, & *lm*, ut ante diſfractis. Sed hic ſumme cavendum eſt, ut papyrus cum craſſis & intenſis Coloribus illinatur.

Huic affine eſt experimentum, cum ſtatui duo Priſmata ad foramina duo, quibus Lucis patuit aditus in tenebroſum cubiculum, ac in eo ſitu diſpoſui, ut unius Purpura, & Rubor alterius, in eundem locum coirent. In quo loco fixi papyri ſegmentum circulare, & non latius dimidio, vel triente, latitudinis coloratarum imaginum, eapropter, ut duobus illis ſolummodo Coloribus illuminaretur. Quo facto Papyrus pallidi cujuſdam Coloris apparuit. Tum ceteris utrinque Coloribus objecto nigro terminatis, vel, (quod ſatius erat,) longius projectis, ut præfata papyrus nigredine, vel tenebris, circumcincta appareret, tertium Priſma ad Oculum applicavi, & ad diſtantias abinde, pro arbitratu, varias me ſubmovens, unicæ illius ſubpallidæ papyri geminam vidi imaginem, purpuream, & rubeam. Et imago purpurea longius a papyro tranſlata erat, quam rubea, prout major eorum Radiorum Refrangibilitas exigit. Rem *ſchemate* 108. *Tab. XXIV.* deſignatam habes, ubi papyri *p*T imagines ſunt X & Y.

Ad eundem modum, ſi duo pulverum genera, quorum alterum perfecte rubrum eſt, & alterum purpureum, vel indicum, ſine miſtura cyanei, viridis, aut flavi parari poſſent, objectum aliquod perexiguum cum miſtura pulverum iſtorum craſſe illitum, geminam imaginem exhiberet: ſpectaculum forte cauſas ignorantibus mirandum. Sed vereor, ut pulveres Coloribus adeo ſimplicibus præditi parari poſſint.

His præterea non multum diſſimile eſt, cum Colores duorum Priſmatum ita in parietem trajiciuntur, ut, (unius Rubore contingente purpureum alterius,) in directum jaceant, quemadmodum videre eſt ad P τ, &, mediante Priſmate parallelos interpoſito intuentur. Nam, imagines, non amplius in directum jacebunt, ſed ab invicem apparebunt diſtinctæ, ſicut ad *mn* & $\mu\nu$ deſignantur, *Fig.* 109.

Atque ita, ſi duo Priſmata A, ac B (*Fig.* 110. *Tab. XXIV.*) ſic ſtatuantur, ut eorum Colores ad locum P*p* adæquate incidant in ordine tamen contrario, Purpura alterius A cadente ad *p*, & Rubore ad P; alterius autem B Purpura cadente ad P, & Rubore ad *p*; & per tertium Priſma E F imagini P*p* parallelum perſpexeris; unicæ P*p* duas decuſſantes imagines intueberis, alteram MN e Coloribus Priſmatis B productam, & alteram *m n* e Coloribus Priſmatis A. Et, quo longius ab objecto P *p* te conferas, eo magis extremitates imaginum M a *n*, & N a *m* diſtabunt.

His etiam contraria ſunt experimenta, quod objecta duo, ſive ſunt circelli chartacei X & Y (*Fig.* 108. *Tab. XXIV.*) diverſis Coloribus illuſtrati, ſive diverſorum Priſmatum paralleli, vel decuſſantes Colores, ut M N & *m n*, (*Fig.* 110. *Tab. XXIV.*) ita poſſunt, mediante alio Priſmate, conſpici, ut in unum coaleſcere videantur.

Et, præter jam recenſita, perinſigne eſt hujuſmodi experimentum, quo objecta Coloribus, per interpoſitionem Priſmatis, denudantur, quibuſcum nudo Oculo tincti apparent. Inſtantiam in Solis imagine colorata accipe, quæ in parietem a Priſmate A B C (*Fig.* 111. *Tab. XXV.*) projecta, cum cernitur mediante alio parallelo Priſmate *a b c* manibus prehenſo, cujus vertex ad plagas verſus rubeum Colorem convertitur, ſi Spectator ſe longius ab imagine gradatim amoveat, percipiet Colo-

res paulatim contrahi, & ad invicem eouſque accedere, donec tandem uniti reficiant imaginem albam & circularem. Id, quod accidet, cum Spectatoris eadem eſt a Coloribus diſtantia ac Priſmatis A B C, ſi modo Priſmatum anguli verticales æquentur. Et ratio ex eo manifeſta eſt, quod oblongam illam imaginem ex circulis, ſive circularibus imaginibus, infinite multis, & in longum continue diſpoſitis, efformatam eſſe docuerim; quare, quæ ſunt ad purpuream extremitatem longius per Refractionem ſecundi Priſmatis transferuntur, ut ceteras aſſequi poſſint, & ſic omnes coincidere.

Ad hunc modum, cum objecta quælibet, ut Q R, foras poſita, confuſas & coloratas eorum imagines, ut X *ſ*, ad parietem per Priſma tranſmittunt, ſi mediante alio Priſmate inſpicias, poſſis imagines haſce Coloribus denudare, & efficere præterea, ut diſtinctiores appareant, quemadmodum ad *q r* (*Fig.* 111. *Tab. XXV.*) videre eſt. Quoniam vero ad ſufficientem copiam Lucis requiritur, ut foramen F ſit amplum; per ejus autem amplitudinem tranſmiſſæ imagines evadunt confuſæ, Lens aliqua convexa, ut *m n*, prope foramen iſtud ſtatuenda eſt, quæ Radios, a ſingulis punctis objecti foras poſiti venientes, congreget in totidem aliis punctis ad parietem, & inſuper Priſmata debent eſſe admodum tranſparentia, perpolita, & ſuperficiebus accurate planis terminata, inque ſitu, quam poteris exacte, parallelo diſpoſita. Tanta quidem diligentia non requiritur, ut imagines *q r*, X *s* ſine Coloribus appareant; ſed, ut inter tot ac tantas Refractiones diſtinctæ appareant, præter accuratam fabricam vitrorum, requiritur experientis ingenium, quo omnia recte diſponantur.

Hic in cumulum præterea adjici poteſt, quod objecta, quo ſimpliciori Luce illuminantur, eo diſtinctiora per Priſmata apparent; quippe, cum eorum per Priſmata ſub dio viſorum confuſio ex inæquali Refrangibilitate illuminantium Radiorum oriatur. Et hinc eſt, quod ſolaris imaginis ſæpius commemoratæ termini rectilinei, (in quibus nullam eſſe heterogeneorum Radiorum commiſturam indicavi,) præ ceteris omnibus objectis diſtincti, mediante Priſmate, appareant. Et ſic, Muſcæ, & ſimilia Animalia, cum in rubea, vel alia quavis Luce ſimplici, Priſmatibus elicita, ſtatuantur, tranſvidentur ſolito diſtinctiores. Quinetiam Oculus Engyſcopio armatus, omnia hac Luce ſimplici illuſtrata, diſtinctiora cernit. Id, quod inſignem in contemplatione Inſectorum vel texturæ aliarum rerum naturalium præ ſe uſum ferre poteſt.

In tertia Propoſitione ſupra de phænomenis quibuſdam diſſerui, ubi e Radiis ad refringentem ſuperficiem æqualiter inclinatis aliqua genera pervaſere, dum alia penitus reflectebantur; & illis affinia quædam jam attingere opportunum duco. Eſto S Spectatoris Oculus, quo Lucem a nubibus ſub dio ingreſſam planum F G, (*Fig.* 112. *Tab. XXV.*) reflexam a plano H I & plano F H regreſſam excipit; &, cum Priſma commode ſtatuitur ita, ut Radiorum, e medietate baſis H I verſus Oculum reflexorum, angulus Reflexionis ſit quaſi 50. gr., pars proximior baſis remotiori aliquantum obſcurior videbitur, & in utriuſque partis confinio fimbria, qualis D E ſub-cærulei Coloris apparebit. Utpote, cum Radii, qui a remotiori parte baſis ad Oculum reflectuntur, obliquius incidant, quam qui eo reſiliunt a parte proximiori, talis poteſt aſſignari eorum circa medium baſis obliquitas, ut e proximioribus, propter minorem obliquitatem, aliqui perrumpere & refringi poſſint, dum remotiores, propter majorem obliquitatem, omnes ad Oculum reflectuntur. Sic, ad vitrum, cujus Refractionem per rationem ſinuum 42 ad 62 metimur, in plano S A B C ad Priſmatis longitudinem tranſverſo, poſito angulo C *t* S 49. 22′; ang. C *r* S 49. 44′; & ang. C *p* S 50. 5′; *t* erit limes Refractionis rubriformium Radiorum, ultra quem nulli ſuperficiem H I penetrabunt, qui, propter debitam obliquitatem Incidentiæ, ad Oculum reflecti poſſunt; & a citeriori parte C *t* complures e Radiis ſic incidentibus, propter minorem obliquitatem, pervadere poſſunt & refringi, qui Oculum peterent, ſi modo reflecterentur. Et ſic, *r* erit limes Radiorum viridiformium, & *p* limes purpuriformium. Adeoque ſuperficiei I H pars citima C *p* propter

Digitized by Google

pter complures Radios omnis generis tranſmiſſos, obſcurior apparebit, quam pars ultima *t* B, qua omnes, qui Oculum attigere, eo reflectuntur. Et, quia rubriformes a limite *t*, & viridiformes a limite *r* incipiunt ex parte pervadere, manifeſtum eſt, quod ex illis pauciores a ſpatio *pt* ad Oculum reſilient, quam e purpuriformibus, qui non prius incipiunt pervadere, quam ad limitem *p*; ut & pauciores, quam e cæruliformibus, qui ad limitem inter *p* & *r* tantum pervadere incipiunt. Et proinde, in illo ſpatio purpureus & cæruleus Color aliquantulum dominabitur. Deque tota ſubcærulea linea DE conſimilis eſt diſcurſus.

Hæc autem linea, non recta eſt, ſed, in morem arcus, incurvata; propterea quod puncta Radios a baſi Priſmatis ad Oculum in angulo Reflexionis dato reſilientes reflectentia ejuſmodi curvam conſtituunt.

Quod ad Refractiones, in ſuperficiebus Priſmatis FG, & FH, factas ſpectat, nihil refert in remotiori FG quænam ſint, dummodo Radii e proximiori FH perpendiculariter emergant, angulo KHG exiſtente quaſi $40\frac{1}{4}$ gr. Quod ſi angulus ille major exiſtat, Colores in linea DE, adjuvante Refractione, paulo diſtinctiores evadunt; & minus diſtincti, ſi ſit minor. Major etiam Oculi a Priſmate diſtantia, vel, (quod perinde eſt,) pupillæ coarctatio, Colores nonnihil perficit.

Ad hæc, cum duo Priſmata, parallelis axibus & baſibus contiguis, ad invicem applicantur, & in eo ſitu colligantur, iidem omino effectus per Radios ab aere interclusò reflexos producuntur. Sed, Radii tranſmiſſi contrarios exhibebunt. Eſto A CDB (*Fig.* 113. *Tab. XXV.*) ſectio utriuſque Priſmatis ad eorum longitudines perpendiculariter tranſverſa; & CB contactus baſium, aut potius aer interclusus. Quippe Priſmata vix queant tam arcte comprimi, quin ut aer nonnullus in morem tenuiſſimæ lamellæ maneat intercluſus. His poſitis, Oculo S Radios a CB, lamella aeris interjecta, reflexos intercipienti, omnia apparebunt, ut ante: at Oculo *s* trajectos excipienti, omnia cernentur contraria, ſpatio *t* B opaco & obſcuro exiſtente, & C*p* translucido, ac eorum confinio *pt*, juxta *r*, Ruborem ſaturum; juxtaque *r*, citrium flavumque exhibente; qui Color uſque ad *p* gradatim diluitur, ubi in album *p* C deſinit. Et hi Colores longe intenſiores & illuſtriores apparent, quam ſubcæruleus Color ex altera parte ad Oculum S reflexus. Quorum quidem omnium rationes e ſupradictis patent; ſiquidem, e Radiis verſus Oculum *s* tendentibus, qui incidunt in ſuperficiei partem *t* B, omnes, propter nimiam obliquitatem, alio reflectuntur, ſolique rubriformes ſuperficiem iſtam a C uſque ad limitem *t*, viridiformes ad limitem *r*, & purpuriformes ad limitem *p*, tantum pervadere poſſunt.

Ceterum hic cavendum eſt, nequa Lux in ſuperficiem CB a parte D incidat, quæ, vel ad Oculum *s* reflexa vel tranſmiſſa ad Oculum S, Colores conturbet. Et inſuper, ne Refractiones a ſuperficiebus AB, & CD, factæ ad effectus jam explicatos quicquam conducere videantur, præſtat, ut ſuperficies iſtæ ſtatuantur parallelæ, quo mutuos effectus, (ex opinione recepta,) deſtruere poſſint.

De phænomenis Lucis per medium refractivum parallelis planis terminatum tranſmiſſæ.

Tranſactis triangularium Priſmatum phænomenis, quæ quadrangulis per parallela plana efficiuntur, jam opportune ſubveniunt enarranda. Id, quod lubentius aggredior, cum Philoſophi hactenus crediderunt Colores nullos hoc pacto generari, exiſtimantes poſteriorem ſuperficiem effectus omnes per contrariam Refractionem Radiis auferre, quos prior inducit: & hoc pro experto habere rati, quod in vitris feneſtrarum aut aliis conſimilibus nullos produci videant. At, in eo decepti ſunt, quod hujuſmodi Colorum quantitas & perfectio dependet a diſtantia parallelarum ſuperficierum. In laminis quidem vitreis, propter parvum ſuperficierum intervallum, Colores ſunt adeo tenues & exiles, & in ſpatio tam anguſto comprehenſi, ut effugiant ſenſus: at, cum vitra magis craſſa adhibentur, aut potius vitrea vaſcu-

N 2 la

Digitized by Google

la parallelepipeda aqua limpidiſſima plena, Colores tunc liquido generari cernuntur.

Nam concipe ABCD (*Fig.* 114. *Tab. XXV.*) eſſe vitreum, vel aqueum, parallelepipedum aere circumcinctum, cujus ex oppoſitis & parallelis planis duo, lineis AC, & BD, deſignentur. Et Sol illud per exiguum foramen F oblique transluceat, ejuſque paralleli, vel convenientes, Radii in anteriori ſuperficie ad H ita debent inæqualiter refringi, ut ab invicem deinde divergant, uſque dum incidant in poſteriorem ſuperficiem ad PT, & ibidem Colores omnigenos depingant, perinde ut ſupra ſat fuſe explicui. Jam, cum, propter paralleliſmum ſuperficierum refringentium, Radii tantum a poſteriori recurventur, quantum incurvantur a priori, neceſſe eſt, ut ſibi ipſis, ex aere ſecundum SH incidentibus, emergant paralleli, adeoque diſtantias ac poſitiones acquiſitas in infinitum ſervent, & elicitos Colores eo uſque ſine aliqua variatione promant. Quemadmodum, ſi PH, e refractis ad H, ſit purpuriformis Radius, & TH rubriformis, eorum denuo refracti P*p* ac T*t* incidentibus SH, adeoque ſibimetipſis, paralleli emergent; & proinde Purpuram & Rubedinem, quam ad P ac T exhibuere, ad quamlibet diſtantiam *p t* immutatam transferent, & ſine quavis uſpiam variatione conſervabunt, purpureo a P in *p* translato, rubeo a T in *t*, ceteriſque a locis intermediis in loca correſpondentia.

Hoc equidem præciſe debet evenire, ſi modo Radii ſecundum eundem SF, vel parallelas lineas, in hoc Priſma inciderent; ſiquidem, tunc emergent paralleli: at, cum inclinantur ad invicem, uti de promanantibus a diverſis partibus ſolaris diſci contingit, tunc etiam emergent inclinati, & eapropter mutationes quaſdam in ulteriori translatione patientur. Utpote, circuli a ſingulis Radiorum generibus effecti, ex quibus, in longum diſpoſitis, colorata Solis imago in ſuperficiem BD procidens conſtituitur, propter divergentiam Radiorum in foramine F decuſſantium eo dilatiores evadunt, quo Radii longius poſt emergentiam fluunt; dum eorum centra, quæ Radiis a centro Solis, ſecundum eandem quampiam lineam, ante Refractionem effluentibus illuminentur, eaſdem, poſt Refractionem, diſtantias & poſitiones inter ſe perpetuo conſervant. Et hinc eſt, quod ſpatium *p r t* ſolari Luce, in tenebroſum cubiculum immiſſa, illuminatum, eo magis dilatetur, & in orbicularem formam contrahatur, quo longius poſt Priſma terminatur; & Viriditas in medio R, ſiqua ſit, paulatim tranſmigret in Albedinem, vel, ſi nulla ſit, ſed propter anguſtiam Priſmatis hujus, aut amplitudinem foraminis Lucem intromittentis, Albedo medietatem Colorum occupet, eadem Albedo ſenſim dilatetur. Sed Colores tamen hinc inde non diluuntur, nec in ſpatium anguſtius contrahuntur, utut minus luminoſi, propter dilatationem imaginis evadant.

Ad hæc, ſi mediante parallelepipedo intueamur viſibilia, Coloribus non ſecus tingantur, quam ſi Priſma triangulare adhiberetur; præſertim, ſi parallelepipedum ad pertranſeuntes Radios ſat obliquetur, ut multum refringat, & objecta ſint admodum propinqua. Nam, ſi objecta longinqua ſint, ſive intervallum iſtud intercedat parallelepipedum & objecta, ſive parallelepipedum & Oculum, utcunque Refractio per obliquitatem parallelepipedi fiat magna, Colores tamen non generabuntur. Sit X (*Fig.* 115. *Tab. XXV.*) punctum lucidum Radios per parallelepipedi refringentia plana AC, & BD, ad Oculum S emittens, & manifeſtum eſt, quod ducta S*t*NX, quæ rubriformem Radium deſignet, & S*p*MX, quæ deſignet purpuriformem, hi Radii ad utramque ſuperficiem æqualiter refringentur, adeoque triangula *p*S*t*, MXN ſimilia conficient, purpuriformi Radio, propter majorem Refrangibilitatem, hinc & inde apud *p*, & M, plus vergente a directo tramite, quam rubriformis: unde neceſſe eſt, ut ſeſe alicubi intra Priſma decuſſent, quemadmodum videre eſt ad O, iterum conficientes triangula *p*O*t*, MON, ſimilia, ſive trapezium S*p*O*t* ſimile trapezio XMON, adeoque Oculum petent, tanquam ſi primario fluxiſſent ab eodem O, & Refractionem ab unica tantum ſuperficie AC paſſi fuiſſent. Et hinc non tantum ſequitur Colores generari, ſed & angulum *p*S*t*,

ſive

ſive Colorum apparentem latitudinem, aliaſque circumſtantias pro qualibet Oculi poſitione determinari poſſe. Quemadmodum manifeſtius erit, ſi conferas cum experimento, quo objecta in aquam alte immerſa oblique inſpicienti Coloribus nonnihil tincta videntur, propter Refractionem ſtagnantis ſuperficiei. Nam A C ſuperficiem ſtagnantis aquæ, & O objectum aliquod immerſum, quod Spectator S intuetur, referre poteſt. Quod quidem O facile invenies, ducendo rectam S X, quæ refringentes ſuperficies ſecet in K, & L, ac dividendo in O, ut ſit S K ad L X ut S O ad O X, ſive ut K O ad O L.

Quinimo, ad hæc experienda pro parallelepipedo vas optime adhiberi poteſt, quod in fundo transfoditur, & vitri lamina perpolita & horizonti parallela reſarcitur, ut aquam cohibere poſſit. Nam, cum aqua ad altitudinem pedis, aut amplius, infunditur, Lux, per vitri aut aquæ iſtius parallelas ſuperficies oblique trajecta, Colores pro more explicato producet, poſſiſque, ſucceſſive collocando objecta ad X & O, phænomena conferre. Id, quod etiam fieri poteſt diſponendo duo vitrea Priſmata triangularia, ut A C E, D B F (*Fig.* 116. *Tab. XXVI.*) ad diſtantiam pedis, aut amplius, in eo ſitu, ut eorum latera correſpondentia, A C ad D B, & C E ad B F, evadant parallela, & Radii per interiores ſuperficies perpendiculariter, proxime, trajiciantur. Tunc enim exteriores A C, & B D, refringentia plana parallelepipedi referent. Et, propter vitri majorem quam aquæ vim refractivam, Colores elicientur magis illuſtres.

Et hæc de Colorum a parallelis planis geneſi monuiſſe ſufficiat; niſi forte juvet annotare diverſitatem effectuum, qui ab hiſce producuntur, & a triangularibus Priſmatibus. Ejuſmodi ſunt 1., quod Colores, cum in papyrum projiciuntur, ſplendidiores evadunt per auctam papyri longinquitatem, ſi modo Priſma ſit triangulare; ſin parallelepipedum, hebeſcunt. 2. Cum objecta per Priſmata triangularia tranſpiciuntur, Colores itidem ſplendidiores evadunt ex objectorum aucta longinquitate, at ſecus fit in parallelepipedis. 3. Cum Sol tranſlucet Priſma triangulare, Colores oriuntur, terminando Lucem ex utravis parte Priſmatis: at, cum tranſlucet parallelepipedum, Colores non oriuntur terminando Lucem a poſteriori ejus parte. Cujus rei ratio eſt, quod heterogenei Radii a triangulari Priſmate divergentes fiunt, adeoque, poſt emergentiam, plus pluſque ſegregantur; at in paralleliſmum reſtituuntur emergentes e parallelepipedo, & non amplius ab invicem recedunt. Denique notum eſt, quod Colorum, in extremam partem Oculi, in Solem vel lucernam per Priſma triangulare reſpicientis, quilibet aſtans videbit ordinem ei contrarium, quem videt ipſe Spectator. At, cum parallelepipedum adhibetur, idem erit ordo Colorum in utroque caſu, propter decuſſationem Radiorum in parallelepipedo, ubi Spectator tranſpicit, quemadmodum inſpicienti ſchemata manifeſtum.

Et ex hac effectuum diverſitate phænomenon componitur, quo Colorum ad diverſas diſtantias diverſi fiant ordines. Utpote per vas aqueum A B C D, (*Fig.* 117. *Tab. XXVI.*) in cujus fundo Y Z refert laminam vitream, quam in ſuperioribus horizonti parallelam eſſe ſuppoſui, jubare trajecto, ſi vas ad partes Solem verſus allevetur, ut fundum ejus magis obliquetur ad perlabentem Lucem, quam ſuperior ſtagnans ſuperficies; heterogenei Radii, propter majorem in egreſſu Refractionem, convergentes evadent; adeoque, decuſſando, mutabunt ſitum. Si Lucem charta proxime egreſſam excipias, Purpura cadet infra Ruborem; & chartam longius diſferendo in loco decuſſationis, per commiſturam evaneſcent converſi in Albedinem, ac poſtea de novo emergent in ordine contrario, ut videre eſt ad Q, R, & V.

Ad aliud experimentum jam tranſeo his quodammodo affine; quo Colores, non a parallelis quidem ſuperficiebus generantur, ſed a ſuperficiebus ita inclinatis, ut interpoſita Reflexione parallelarum rationem habeant. Sit S F (*Fig.* 118. *Tab. XXVI.*) linea Coloribus omnigenis irradiata, quorum purpurei, dum ad F ingrediuntur Priſma, refringuntur verſus H, & rubei verſus G; abinde vero reflectuntur ad K, & I; unde egredientes refringuntur denuo ad M, & L. Dico jam, ſi

ſi Priſmatis anguli ABC, & CAB, æquentur, emergentes Radii IL, & KM, paralleli erunt. Nam, in triangulis FGA, IGB, cum anguli A, & B, ex hypotheſi, æquentur, ut & anguli FGA, & IGB, propter æqualitatem Incidentiæ & Reflexionis, triangula erunt ſimilia, angulique AFG, BIG æquales, atque adeo æqualis erit Refractio in F, & I, & inde anguli CFS, CIL, æquales. Et, eadem ratione, patebit angulum CKM angulo eidem CFS æqualem eſſe, adeoque Radios IL, & KM, parallelos. Jam, cum Radii IL, & KM, ſecundum eandem lineam SF ſucceſſive incidentes, non ſecus emergant paralleli quam in præcedentibus, ubi ſuperficies refringentes erant parallelæ, eadem omnia phænomena, quæ ibi oſtenſa ſunt, huic competere certum eſt. Quemadmodum, Lucem Solis Coloribus tingi, ſi Priſma ſatis amplum adhibeatur, ut ſpatium FGI, vel FHK, ſufficiat ad efficiendam ſenſibilem divergentiam Radiorum, antequam, per iteratam Refractionem, in parallelismum reducantur; ſed ejuſmodi Colores, non perfectiores, per longinquitatem obſtaculi quo interciduntur, evadere. Item, iſtos Colores, ſi Oculo poſtpoſito immediate excipiantur, eo magis manifeſtos fore, quo objectum, quod intuemur, ſit Oculo propinquius; ut, & eo magis, quo anguli CAB, & CBA, majores exiſtant; & eundem denique ordinem ſervare cum in obverſum Oculum directe mittuntur, atque cum cernuntur ad parietem, aliudve obſtaculum terminati. Hæc, inquam, evenire debent, ſi amplum Priſma adhibeatur, (quale ex aqua vitro circumdata fabricari poſſit) & anguli A, & B, conſtituantur æquales. At, in anguſtis Priſmatibus, diſtantia Radiorum IL, & KM, minor eſt quam ut Colorum ſenſibilis poſſit eſſe latitudo, & cum anguli A, & B, ſunt inæquales, perinde eſt, ac ſi refringentes ſuperficies, in præcedentibus, non ſunt parallelæ, & ſimiles ſunt effectus.

Quod de Coloribus dicitur, cum unica tantum Reflexio Refractionibus intervenit, facile applicatur ad alios caſus, ubi plures interveniunt; ſed placet aliquod præterea de Reflexionibus exponere, quibus generantur effectus, quos ſolæ Refractiones exhibere poſſunt. Sit SF, (*Fig.* 119. *Tab. XXVI.*) ut prius, linea diverſis Coloribus ſucceſſive irradiata, qui verſus p, t, aliaque intermedia loca, pro gradibus Refrangibilitatis, a Priſmatis latere BC reflectantur ad M, N, ubi iterum impingentes in latus AC refringuntur denuo ad P, T, & Colores ad P, T perinde apparebunt, atque ad $\pi\,\tau$ apparerent, ſi modo Radii Fp, Ft, &c. per duplum Priſma ABC; (ideſt, per Priſma, cujus angulus verticalis ACb, ſit duplo major hujus angulo verticali ACB,) recta fluxiſſent ad $m\,n$, & inde verſus $\pi\,\tau$ refringerentur. Nam, pares ſunt omnes utrobique anguli, ſive a plano BC, per AC verſus PT reſiliant Radii, ſive longius per BC pergant ad $\pi\,\tau$, utpote angulus CtN (= BtF) = Ctn; & inde CNt = Cnt; adeoque CNT = C$n\tau$. Atque idem in aliis Radiis intellige. Cum autem præcipuæ Colorum ad $\pi\,\tau$ circumſtantiæ in ſuperioribus tradantur, cramben jam reponerem, ſi quid amplius de perſimilibus phænomenis ad PT inſtituerem dicere.

De phænomenis Lucis per media ſphærice terminatæ tranſmiſſæ, deque Iride.

Hactenus Colores Refractionibus planarum ſuperficierum generatos contemplati ſumus; jam de ſphæricis ſuperficiebus agendum eſt; & imprimis, de Lentibus, ſeu figuris, a duabus diverſarum ſphærarum portionibus, comprehenſis. Ejuſmodi autem Lens eſto MN, (*Fig.* 120. *Tab. XXVII.*) per quam Lux ſolaris juxta Ff, nec non undique terminata tranſmittitur. Sitque HK Focus, ad quem poſtea convergat. Et cum Radii ſimiliter incidentes, non omnes ſimiliter refringantur, concipe, quod, Radiorum ſecundum OF incidentium, purpuriformes refringantur ad K, rubriformes ad H, & viridiformes ad punctum intermedium r. Et, pari ratione de Radiis ſecundum Of incidentibus, concipe, quod purpuriformes tendunt ad H, rubriformes ad K, ac viridiformes ad r. Atque idem de Radiis undique termina-

na-

Digitized by Google

natis, (juxta Lentis peripheriam ,) concipe . Et patebit primo , ſi Radii a papyro DL prius terminentur , quam ad locum HK conveniant , quod Color rubeus in confinio Lucis & umbræ deberet undique conſpici . Utpote, ſi lineæ FH , F*r*, & FK, ipſam DL in punctis T , R, & P ſecent ; FH quidem in puncto T, F*r* in puncto R , & FK in puncto P : poſito ſimiliter quod *f*H , *fr* , & *f*K, eandem DL in punctis *π*, *ρ*, ac *τ* , reſpective ſecent , & productis etiam FH , & *f*K, donec ſibi in *t* occurrant ; ut , & FK , & *f*H , donec occurrant in *p* , conſtabit punctum *t* longius diſtare a Lente , quam punctum *p* , quandoquidem cadit ultra locum HK, *p* vero citra . Et proinde, puncta P, & *π* , interjacent punctis T, & *τ*. Conſtabit etiam purpuriformes Radios per totum ſpatium P*π* ſolummodo diſpergi ; propterea quod, per integrum ſpatium F*f* in Lentem parallele incidentes, verſus locum *p* refringantur ; & ſic Radii viridiformes ſpatium R*ρ* occupabunt ; uti & rubriformes ſpatium T*τ* , extra quod nulli omnino ex Radiis parallele incidentibus, (niſi contingenter & nulla certa lege , propter bullulas quaſdam , aliaque vitia in vitro latentia, refracti,) poſſint divaricare . Quare ſpatium P*π* a Radiis omnium Colorum illuminatum , debet albeſcere . At , cum purpuriformes deſint a ſpatiis R , & *ρ* , ceterorum miſtura debet exhibere flavum . Atque ita , cum ſoli rubriformes extendantur ad T , & *τ* , in locis T, ac *τ* , Rubor apparebit, & ſpatium illuminatum P*π* , (quod orbiculare concipe ,) duobus Colorum circulis, rubeo, flavoque, tingetur. Hæc equidem eveniunt, cum charta DL inter Lentem & punctum *p* collocatur. Et Colores tanto perfectiores evadunt , quo charta ſit puncto *p* propinquior . Et , cum ſtatuitur ad ipſum *p* , Albor e medio penitus evaneſcere deberet , ſi modo Radii, a diverſis partibus ſolaris diſci ad Lentem manantes , inciderent paralleli . Quod , ſi charta paulo longius amoveatur, uti ad r, ubi viridiformes Radii concurrunt, adverſi Colores ubique ad illam diſtantiam miſcebuntur, & ſe invicem ita delebunt , ut vix alius, quam Albor apparebit. Si charta deinceps adhuc longius transferetur , puta , ad *d l* ; invertetur Radiorum ordo , & puncta *τ*, ac T, interjacebunt punctis P & *π* , adeoque ſpatium T*τ* ab omnibus Coloribus illuminabitur, & proinde albeſcet ; & in ſpatiis circa R , & *ρ*, ad quæ Rubor non extenditur , cæruleus componetur , & violaceus apparebit in extremitate ſumma P, & *π*. Qui quidem Colores non tantum manifeſtiores ſunt , quam Rubor & flavus, per interpoſitionem chartæ inter Lentem & Focum, ut prius, emergentes ; ſed perpetuo manifeſtiores evadunt , quo charta adhuc longius amovetur.

Latitudo ſpatii, ſic tincti Coloribus, ex præmonſtratis petenda eſt; vel etiam ſic facile determinari poteſt . Cum differentia Refractionis Radiorum , in Refrangibilitate maxime diſcrepantium & ſimiliter incidentium, ſit quaſi ſeptuageſima pars totius Refractionis, ut ex oſtenſis patet ; & , cum angulus HFK deſignet differentiam Refractionis , angulusque F*rf* ſummam Refractionum utrinque ad F , & *f*, factarum; hoc eſt , duplum Refractionis juxta alterutrum F , & *f* ; angulus HFK erit quaſi ſeptuageſima pars ſemiſſis anguli F*rf*, ſive $\frac{1}{140}$ pars totius F*rf*; & proinde , ſubtenſa HK quaſi $\frac{1}{140}$ pars latitudinis F*f*, per quam Luci patet aditus , aut ea fortaſſe paulo major. Denique, cum ſit F*r*. FR :: HK. TP , vel *τπ*, dabitur intervallum TP, vel *τπ*, quod quærebatur. Si quis autem cupit, ut hæc exactius determinentur, computatio non eſt adeo difficilis , quin ut ipſe, adhibito calamo , perficiat . Quod ad Lentes utrinque concavas attinet, e jam oſtenſis facile conſtabit eas Lucem trajectam in ejus extremitate cum cæruleo tingere . Quæ vero de Lentibus utrinque convexis, vel concavis dicuntur , de convexo-concavis æquipollentibus ſunt etiam intelligenda.

Sunt & alia phænomena , quæ de Lentibus explicare poſſem ; ſed , cum Oculi pars anterior , (humor nempe cryſtallinus , ac tunica cornea) ſpeciem Lentis Radios ad retinam congregantis referat , de ipſa maluiſſem nonnulla dicere . Eorum tamen , quæ de Lente jam explicui, nolo aliquid enixe repetere , cum ad Oculum facile

Digitized by Google

facile applicentur, utut expertu ſatis difficilia ſint, propterea quod ægre poſſimus efficere, ut Oculi pars anterior, & poſterior, ad invicem ita accedant, aut ab invicem recedant, ſicut de Lente, & papyro, Lucem terminante deſcripſi. Quapropter Radii, ut plurimum, eo modo in retinam procidunt, quo poſui terminatos eſſe in papyrum δλ; atque adeo, propter miſturam diſſimilium, quæ ab oppoſitis partibus pupillæ adveniunt, Colores mutuo delebuntur, & convertentur in album, ſi objectum, quod intuemur, ſit album; aut in illum quemlibet Colorem, quocum objectum tingitur, ſiquidem ille tunc ceteris debet prævalere.

Ceterum, ex hiſce detegitur modus, quo omnia, quæ nudis Oculis intueamur, poſſint ita tingi Coloribus, ac ſi Priſma interponeretur, licet multo minus manifeſto. Idque ſi Radii per alteram partem pupillæ tranſituri, ab interpoſitione digiti vel cujuslibet obſtaculi, prope Oculum intercipiantur, dum Radii ingreſſuri alteram partem libere tranſire permittantur. Hujuſce vero rei duos caſus non pigebit explicare; alterum, cum Radios intercipimus ad partes verſus objectum lucidius; poſito nempe, quod objecta duo, album & nigrum, juxta poſita intueamur; & alterum, cum Radios intercipimus ad partes verſus nigrius. Sit (*Fig.* 121. *Tab. XXVII.*) ergo LB objectum lucidum, & BD obſcurum, quorum terminus communis ſit B, a quo Radii in Oculum *dl*, juxta oppoſitas partes pupillæ F*f*, promanantes ſint BF, & B*f*; Radii autem ſecundum lineam BF in Oculum pergentes, pro gradu Refrangibilitatis, refringantur verſus H, *r*, & K: E contra vero, qui pergunt in linea B*f*, refringantur verſus K, *r*, & H, ceteraque gradatim intermedia loca, prout de Lente modo explicui. Ponamus jam, quod *eg* ſit obſtaculum, quo omnes Radii prope *f* lapſuri intercipiuntur, prætermiſſis B*g*, & ejuſmodi aliis per F ſolummodo tendentibus; & conſtabit primo, quod ex Radiis a diverſis partibus objecti LB manantibus, qui veniunt a partibus verſus L in retinam incidunt propius ad *l*, quam qui veniunt a partibus verſus B; ſiquidem in pupilla decuſſant. Et ſic BD deberet Radios verſus H*r* emittere. Sed, cum illud BD, propter Nigredinem, nullos pene Radios in Oculum jaculetur, retina *ld*, non ultra verſus *d* illuminabitur, quam ad H. Quinimo, non ad H uſque illuminabitur, niſi a Radiis rubriformibus; viridiformes enim terminabuntur in *r*, & purpuriformes in K, ſpatio *l*K a purpuriformibus, *lr* a viridiformibus, & *l*H a rubriformibus illuminato. Quamobrem ſpatium *l*K, propter omnium Radiorum miſturam, albeſcet ad inſtar objecti BL; ſed in exiguo ſpatio HK, quod termino B reſpondet, Colores generabuntur, rubeus quidem ad H, propter ſolos rubriformes Radios illuc tendentes, & flavus ad *r*, propter miſturam Viriditatis, Flavedinis, ac Rubedinis. Jam, cum omnia videantur pro more imaginum in Oculum receptarum, conſtat objectum LB juxta extremitatem ejus B non diſtincte cerni, ſed Coloribus rubeo & flavo tingi.

Ad eundem modum, ſi transferatur obſtaculum *eg*, &, ceteris ſtantibus, objecto interponatur & oculo ſecundum adverſas partes pupillæ, prout videre eſt ad EG, eo ut Radii juxta F intercipiantur, Radiique B*f* in Oculum præter BG ingrediantur: conſtabit e contra, quod, ex Radiis a toto BL proſilientibus, purpuriformes occupabunt ſpatium H*l*, viridiformes ſpatium *rl*, & rubriformes ſpatium K*l*. Quare, ſpatio K*l*, ut prius, albeſcente, Color violaceus jam debet apparere in H, & cæruleus in *r*; & eapropter objecti LB extremitas B jam aliis tingitur Coloribus, violaceo & cæruleo.

Et ad eundem modum, ſi duo quælibet objecta, vel ejuſdem objecti diverſæ partes juxta poſitæ, gradu Lucis differant, etſi alterum non ſit omnino nigrum, tamen Colores apparebunt in eorum communi termino; rubeus quidem, & flavus, cum obſtaculum ad partes verſus objectum obſcurius; violaceus autem, & cæruleus, cum ad partes verſus objectum lucidius interponitur. Et, ut paucis rationem denuo comprehendam, neceſſe eſt, ut Radii ex unaquavis parte pupillæ Colores producant, cum Radii ex adverſa parte ſiſtuntur, a quorum omnium miſtura oritur temperamentum Albedinis. An iſthæc vero phænomena vulgo obſerventur, haud ſcio.

Digitized by Google

ſcio. Sane, non ſunt inventu nec expertu tam difficilia, nec ab iis, quæ *Carteſius* ſub fine capitis undecimi de *Meteoris* edocuit, tam aliena, quin cuiquam potuiſſent occurrere; niſi forte, quod Colores illi propter tenuitatem vix ſint ſenſibiles. Experimentum itaque fiat per objecta longinqua, quorum alterum ſit nigerrimum, & alterum ſatis candidum ad feriendum ſenſum, ſed non tanta Luce reſplendens, ut ſenſum obtundat, vel pupillam conſtringat. Nam hujuſmodi effectus ſunt eo magis manifeſti, quo pupilla ſit latior, & majori apertura Radiis ingredientibus pateat.

Sunt & alii inſigniores effectus, Irides nempe, vel Coronæ, quales D. *Carteſius* circa candelam quondam obſervabat, & in *Meteoris* explicuit. Et, cum illæ ſoleant apparere, quando Oculi figura aliqua vi extrinſecus illata vitiatur; neceſſe eſt, ut a curvatura aliqua, vel plica, in tunicis ejus de novo formata, oriantur. Cryſtallino autem vis non imprimitur, niſi mediantibus humoribus, quibus undique cingitur; &, cum fluida facillime cedant preſſuris, humores illi vim quamlibet illatam ita per totam molem diffundent, ut cryſtallinum vix poſſint inæqualiter premere, neque ideo figuram ejus vitiare. Id enim experti ſunt, qui aquis alte ſubmerguntur; nam, etſi tota aquarum moles incumbat illis, preſſuram haud ſentiunt, quæ tamen foret maxime ſenſibilis, ſi corporum ſubmerſorum partes ita premerentur inæqualiter, ut figuras eorum violare conarentur. Reſtat ergo, ut ejuſmodi Coronarum, ſive Iridum generatio vitioſis configurationibus tunicæ corneæ illatis tribuatur; idque eo magis, quod Radii maximam Refractionem in exteriori ejus ſuperficie patiantur; & proinde, per leviora ejus vitia a recto tramite detorqueri poſſint. Utut non pernegem, quin iis, qui laborant Oculis, rugæ aliquæ, (propter humorum defectum, aut exceſſum,) in cryſtallini ſuperficiebus non minus, quam in tunica cornea poſſint efformari. Nec non aliæ etiam Colorum cauſæ poſſunt evenire; ſed cum earum infinita ſit varietas, & illæ ſint eminentiores, quæ a vitioſis tunicæ corneæ figuris petuntur, non gravabor earum aliquod ſpecimen exhibere; unde ceterarum cauſæ facile patebunt.

Notiſſimum eſt, quod mollium partes, non ſolum preſſioni cedunt, in quas vis immediate imprimitur, ſed & aliæ etiam partes remotæ, prout vim partium immediate preſſarum ſuſtinent. Et ipſe nonnunquam obſervavi in laminis convexo-concavis & ex materia mediocriter rigida confectis, (quales ex coriis bubulis in morem ſegmenti ſuperficiei ſphæricæ contundendo formari poſſunt,) quod, cum in meditullio, ſeu vertice, premuntur, non ſolum ibi cedunt tactui, ſed & undique, ad inſtar vallis annularem collem depreſſæ vertici circunductum comprehendentis, intus flectuntur, idque citius & magis manifeſto, ſi ſint paulo rigidiores juxta verticem, quam prope peripheriam, V. G. Sit $k n \kappa$ (*Fig.* 122. *Tab: XXVII.*) lamina ſphærice convexo-concava, quæ circulari ejus extremitati, tanquam baſi, incumbens, mole aliqua, plana & ad baſem ejus parallela, AB prematur, & manifeſtum erit, quod hæc lamina maxime cedet preſſioni in vertice n, ubi ab incumbente mole primo contingitur. Sed in aliis etiam locis, ut in λ & l, poſſit etiam intus recedere, dum in locis intermediis, ut m & μ, partes aſſurgunt. Atque hac ratione configurationem acquiret haud diſſimilem aquæ undulanti, puteolo n referente centrum undarum, & ripa m, μ, referente undarum primam valle λ, l, circundatam. Et ad eundem modum poſſibile eſt, ut tres, vel plures valles premendo deſcendant, quarum culmina internata ſint pluribus undis ſe invicem ſubſequentibus conſimilia. Et hujuſmodi configurationes, ceſſante preſſione, poſſunt aliquandiu conſervari, gradatim tamen evaneſcentes. Nam, ut primum preſſio ceſſat, cavitas in n ceſſabit forte, & partes ibi in convexitatem aſſurgent, & gradatim fient plus pluſque convexæ, donec redeat figura, quam ante preſſionem habuere; & ſic ceterarum partium figuræ ad priſtinum ſtatum gradatim redibunt. Jam, cum tunica cornea ad modum præſatum convexo-concava ſit, & mediocriter rigida, & circa medietatem ejus paulo craſſior, & proinde rigidior, quam juxta peripheriam; &, ſiquando figura ejus ab externa preſſione vitietur, probabile ſit illam preſſionem circa medi-

tullium ejus maxima ex parte contingere ; itaque poteſt aliquando forſan accidere, quod, cum premitur, non ſolum in apice cedat preſſioni, ſed quod in pluribus etiam circulis apici concentricis parum aſcendat, & alternis vicibus deſcendat . Et hujuſmodi rugæ concentricæ poſſunt etiam ex defectu humorum , quo tunicæ flacceſcunt, nec non ex aliis forte cauſis accidere, & quantumvis exiguæ ſint, poſſunt tamen Radios ad alias atque alias partes retinæ refringere , & ſic efficere , ut alii atque alii Colorum circuli appareant . Sed , ut videamus , quo pacto ex hujuſmodi rugis Colores generari debent, ponamus Radios e longinquo manantes , ſive parallelos, in ſuperficiem *k κ* (*Fig.* 123. *Tab. XXVII.*) ita , ut dictum eſt , intortam, & in ea refractos , ſiſti deinde ab alia opaca ſuperficie EF . Et, cum hujus ſuperficiei partes depreſſiores, Radios ad puncta remotiora congregent, quam partes aſcendentes , ſive magis acclives , ponamus , quod Radii circa meditullium ejus *m n μ*, ubi maxime deprimitur, congregantur ad G; & quod a partibus *l*, & *λ* , maxima acclivitate ſurgentibus, congregantur ad I; & ſic , quod a partibus *k* , & *κ* , ubi rurſus deprimitur, congregantur ad H; & quod ab intermediis partibus congregantur ad intermedia puncta. Ductis ergo *m* G , & *μ* G; *l* I, & *λ* I; *k* H, & *κ* H, occurrentibus ſuperficiei, ſeu obſtaculo EF, in punctis *r*, & *ρ*; *π*, & *p*; R, & P ; nec non axe GHI occurrente eidem EF in puncto *o*, ut & refringenti ſuperficiei *k κ* in puncto *n*, & poſito quod iſta EF interjaceat punctis H, & I ; manifeſtum erit perpendenti Refractiones hujus *k κ* in ſingulis ejus punctis a centro *n* ſucceſſive ad extremitates *k* , vel *κ*, quod Radii, prout longius ab *n* verſus *m* per refringentem ſuperficiem trajiciuntur, incidant in obſtaculum EF longius ab *o* verſus *r*, aduſque certum terminum, puta, dum ad Radium *m r* deventum ſit : deinde, quod, facto regreſſu, incidant propius ad *o*, & poſtea ad alteras ejus partes pergant, donec iterum fiat elongatio maxima , velut in *p*, cum deventum eſt ad Radium *l p*; tum denuo revertantur Radiorum occurſus , idque continuo , prout ab *l* verſus *k* procedit Refractio, donec tertio terminentur, quemadmodum in R , occurſu Radii *k* R . Ad eundem modum Lux inter *n* , & *κ* , refracta terminabitur in punctis *ρ*, *π*, & P. Atque etiam , ſi plures eſſent rugæ , plures forent Lucis terminationes . Ceterum , de Luce per ſpatium *r ρ* diffuſa , cum cauſa , quod extra vagatur punctum *o* uſque ad terminos *r*, & *ρ*, ſit ejus parva Refractio prope *m*, & *μ*, ſequitur, quod Radii minus refrangibiles , hoc eſt, rubriformes , debent magis extravagari, & proinde terminus Lucis *r* , vel *ρ*, debet Rubedine tingi ; & ſic, de Luce per ſpatium *π p* diffuſa, cum cauſa, quod extravagatur punctum *o* uſque ad terminos *p*, & *π* , ſit ejus nimia Refractio prope *l*, & *λ* , ſequitur , quod Radii magis refrangibiles, hoc eſt, purpureum & cæruleum pingentes, debent longius deviare , & Colores eorum in exteriori parte termini *p*, & *π*, depingere; unde, in interiori ejuſdem termini parte rubriformes Radii ad ſuos etiam Colores depingendos debent prævalere. Et ſimili ratione , Radii circa *k*, & *κ*, refracti , ſi ſint rubriformes, tendent ad exteriorem partem termini R, & P; & ad interiorem, ſi ſint cæruliformes . Et ſic tres habebuntur Irides ; RP , extra rubea, & intra cærulea; *p π*, extra cærulea, & intra rubea; *r ρ*, extra rubea, quæ etiam debet eſſe intra cærulea, niſi forte , quod Color ille a rubeo , propter parvitatem Refractionis in *μ*, & *m*, haud ſatis cernitur , ut fiat ſenſibilis, & propterea quod multum obſcuratur a copia Lucis undique per *r o ρ*, locum imaginis lucidæ, quam cingunt Irides ſparſæ . Harum vero Iridum formæ & relationes inter ſe poſſunt variis modis mutari, idque, non tantum e variis formis , quas ſuperficies *k κ* poſſit induere , ſed etiam e variis diſtantiis inter hanc *k κ*, & obſtaculum EF . Ut , ſi ſtatuantur paulo magis diſtantes , quam deſignavi , circuli RP, & *π p*, poſſunt coincidere, & mutuos Colores delere, coeuntes in albicantem circulum . Sin magis adhuc diſtent , Iris *π p* cadet extra Iridem RP . Quod ſi EF ſtatuatur ad locum I , hæc Iris *π p* evaneſcet ; & poteſt etiam coincidere cum Iride *r o ρ*, ſi EF paulo ultra, vel citra locum I ſtatuatur . Jam vero horum omnium ad Oculum facilis eſt applicatio, poſito quod obſtaculum EF fundum ejus referat , & *k n* tunicam corneam ab externa

vi ,

vi, aut interno aliquo vitio, perperam curvatam. Quinetiam, ex his non modo generalis cauſa harum Iridum declaratur, ſed pro quibuſlibet ejuſmodi particularibus apparentiis cauſæ etiam particulares aſſignari poſſe videntur. Quemadmodum, ſi cui fax appareat unica tantum Iride cincta, cujus pars exterior rubet, interior vero, vel alba, vel forte nonnihil cærulea appareat; exinde concludi poſſe videtur, quod cornea circa medietatem ejus ſit paulo depreſſior, quam ſolet eſſe ſine aliqua ruga, qualem ad *l* λ deſcripſi. Efficit enim illa depreſſio, ut Radii ab eodem puncto objecti venientes ad puncta longe poſt retinam conveniant, & qui proinde in retina ſpatium aliquod, (quaſi eſt *r o ρ*,) occupabunt, cujus peripheria, (ut modo oſtendi,) rubeo Colore ad exteriorem ejus partem tingetur, & albo, vel dilute cæruleo, ad interiorem. Et, quo major hujuſmodi Iris appareat, eo magis ad interiorem ejus partem debet cæruleo tingi. Poteſt etiam hujuſmodi Iris, propter annularem rugam, accidere; modo tunicæ corneæ figura in meditullio non ſimul vitietur.

Quod ſi duæ Irides appareant, illud ex utraque cauſa conjuncta petendum eſt; cornea nempe, tum in medio, tum juxta peripheriam pupillæ, depreſſa. In hujus rei illuſtrationem adhibeamus caſum, quem *Carteſius* de ſe ipſo in *Meteoris* Cap. 9. ad hunc modum deſcribit. Cum noctu, inquit, navigarem, & tota illa veſpera caput cubito innixus, manu Oculum dextrum clauſiſſem, altero interim verſus Cœlum reſpiciens, candela, ubi eram, allata eſt, & tunc aperto utroque Oculo, duos circulos flammam coronantes aſpexi, Colore tam acri, & florido, quam unquam in arcu cœleſti me vidiſſe memini. A B (*Fig.* 124. *Tab. XXVIII.*) eſt maximus, qui ruber erat in A, & cæruleus in B; C D minimus, qui etiam ruber in C, ſed albus verſus D, ubi ad flammam uſque extendebatur. Oculo dextro poſtea iterum clauſo, notavi has Coronas evaneſcere; & contra, illo operto & ſiniſtro clauſo, permanere. Unde, certo cognovi illas non aliunde oriri, quam ex nova conformatione, vel qualitate, quam dexter Oculus acquiſiverat, dum ipſum ita clauſum tenueram, & propter quam non modo maxima pars Radiorum, quos ex flamma admittebat, ipſius imaginem in O, ubi congregabantur, pingebant: ſed etiam nonnulli ex iis ita detorquebantur, ut per totum ſpatium *r o* ſpargerentur, ubi pingebant Coronam C D, & nonnulli alii per totum ſpatium R P, ubi coronam A B etiam pingebant. Cum itaque *Carteſius* hæc viderit, poſtquam per totam veſperam cubito innixus erat; rugæ, quales explicui, potuerunt imprimi, unde neceſſe erat ejuſmodi Coronas apparere; & quod tres Coronæ non apparebant, illa ſcilicet non apparente, cujus partem exteriorem cæruleam eſſe deſcripſi, & partem interiorem rubeam, id ex eo venire debuit, quod Radii in *l*, & λ, refracti, ex quibus hanc Coronam generari deberet, haud citius, quam ad retinam, convergebant, aut potius non tam cito. Non enim probabile videtur, quod tunicæ corneæ pars aliqua ab externa preſſione poſſit fieri ſolito convexior; & niſi hoc eveniat, Radii illi non poſſunt citius, quam ad retinam, convenire. Illa vero tertia Corona non poteſt apparere, niſi citius, (ut ad I,) conveniant. Si longe ultra convergant, Coronam tunc quidem deberent efficere, ſed cujus pars exterior rubeſceret, & tunc tres Coronæ in exteriori eorum parte rubeæ conſpicerentur. Sed in hiſce videar nimius, præſertim, cum tanta cauſarum varietas, non ſolum a tunica cornea, ſed humore criſtallino, & aliunde etiam peti poſſit, ut haud ſit difficile plures aſſignare, quæ eoſdem quoslibet effectus diverſis temporibus producant. Neſcio tamen, an operæ pretium ſit annotare cauſam Radiorum a lucidis corporibus, hinc inde, ad inſtar trabium, in longum protenſarum, cum Oculis pene clauſis aſpicimus. Nempe humiditas, quæ, inter cilia & tunicam corneam verſatur, ſecundum extremitates ciliorum parum aſſurgit. Sicut aqua vaſi impoſita altius aſſurgit, ubi a vaſe terminatur, quam alibi; quo pacto fit, ut aliqui Radii ab hac humiditate prius refringantur, quam attingant tunicam corneam, & ſurſum detorqueantur in confinio ſuperioris cilii, ac deorſum in confinio inferioris.

Supereſt jam mirum illud cæleſtis arcus ſpectaculum, ad cujus explicatio-

nem * *Carteſius* viam ſtravit. Huic enim debetur, quod in guttis aquæ pluvialis decidentibus efformari cognoſcimus. Quemadmodum ex eo conſtat, quod nunquam videtur, niſi Cœlo pluente; quod, Sole pluviam decidentem illuſtrante, in vicis nonnunquam apparuit, quaſi non in Cœlo collocatus, ſed in aere vicino, ſuper oppoſitarum domuum parietibus affixus, vel potius interjectus; quod aqua per artificium aliquod ſparſim ejaculata Iridem oſtendit; & quod gramen rore matutino, quaſi guttulis minutiſſimis, conſperſum Colores etiam Iridis exhibet. Huic etiam debetur ingenioſiſſima de Refractionibus guttæ, & earum limitibus, inventio, ſed cauſam phyſicam minus feliciter aggreſſus eſt. Hanc itaque ut intelligatis, concipite Radium A N (*Fig.* 125. *Tab. XXVIII.*) in globum N F G ad N incidere, & inde verſus F refringi, ubi rurſus, vel refringitur verſus V, vel forte reflectitur ad G. Et, ſi poſterius eveniat, tunc iterum in G, vel refringitur ad R, vel reflectitur ad H, & ſic deinceps; ita ut, Radiis globum ingredientibus, aliqui, ut N F V, ſtatim egrediantur, nullam Reflexionem paſſi; alii ut F G R, poſt unam Reflexionem; & alii, ut G H S, poſt duas; aliique poſt tres, vel etiam plures. Jam vero, cum guttæ pluviales reſpectu diſtantiæ ab Oculo Spectatoris, ſint admodum exiguæ, ut phyſice pro punctis haberi poſſint, non opus eſt, ut earum magnitudines omnino conſideremus, ſed angulos tantum, quos, incidentes cum emergentibus Radiis, comprehendunt: nam, ubi anguli illi ſunt maximi vel minimi, emergentes Radii ſunt ſolito confertiores; &, quia diverſis Radiorum generibus diverſi competunt anguli maximi vel minimi, ſingula ad diverſas plagas confertiſſime tendentia in iiſdem prævalebunt ad Colores proprios exhibendos. Anguli itaque maximi vel minimi, quos ſingulorum generum emergentes Radii cum incidentibus poſſunt conſtituere, determinandi ſuut, ut horum phænomen«n rationes recte percipiamus.

Scilicet in Coroll. I. & II., Prop. XXXV., oſtenſum eſt emergentem Radium G R ad incidentem A N minime inclinari, cum ſit 3 R R. II — R R : : C N q. N D q. Et I. 2 R : : N D. N E, poſito nempe I ad R ut ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis; & ex hinc inventis N D, & N E, dabitur poſitione G R.

Sit, exempli gratia, pro Radiis maxime refrangibilibus, ſinus Incidentiæ ad ſinum Refractionis, ſive I ad R, ut 185 ad 138, prout in aqua pluviali proxime comperi, & erit 57132. 15181. : : (3 R R. I I — R R : :) C N q. N D q; adeoque D N $= \sqrt{\frac{15181}{57132}} \times$ C N $= \frac{5155}{10000}$ C N. Unde, per tabulam ſinuum, datur arcus N L 62 grad. 4 min. Prætetca, cum ſit I. 2 R : : N D. N E : : 185. 276 : : $\frac{5155}{10000}$ C N. N E; erit N E $= \frac{7691}{10000}$ C N. Et inde etiam, per tabulam ſinuum, datur arcus N F 100 grad. 32. min. Subduc jam duplum arcus N F ex aggregato arcus N L & 180 grad., ſive ſemicirculi, & reſtabit 41 grad. 0 min., pro inclinatione Radii R G ad Radium A N, ſive pro angulo A X R; productis nempe

A N

* *Newtonus* poſtea intellexit alios, ante *Carteſium* hujus phænomeni cauſam inveniſſe, ut verba ejus ſequentia teſtantur.

Hodie cnnvenit inter omnes, arcum iſtum Refractione Luminis ſolaris in guttulis pluviæ cadentis effici. Intellexerunt hoc etiam antiquorum nonnulli: inter recentiores autem plenius id invenit, uberiuſque explicavit celeberrimus *Antonius de Dominis* Archiepiſcopus Spalatenſis, in libro ſuo de *Radiis viſus & Lucis*, quem ante annos, amplius, viginti ſcriptum, in lucem tandem edidit amicus ſuus *Bartolus*, Venetiis anno 1611. In eo enim libro oſtendit Vir celeberrimus, quemadmodum arcus interior, binis Refractionibus Radiorum Solis, ſingulíſque Reflexionibus inter binas iſtas Refractiones intervenientibus, in rotundis pluviæ guttis effingatur; exterior autem arcus, binis Refractionibus, biniſque itidem Reflexionibus interjectis, in ſimilibus aquæ guttis efficiatur. Suamque is explicandi rationem experimentis comprobavit, in phiala aquæ plena, & globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis; quo duorum arcuum iſtorum Colorea, in illis ſe exhiberent contemplandos. Porro, eandem explicandi rationem perſecutus eſt *Carteſius* in *Meteoris* ſuis; eamque, quæ eſt de arcu exteriori, inſuper emendavit. *Newt. Opt. Lib.* I. *Part.* II. *Prop.* IX.

AN & NG donec in X conveniant. Et hic angulus eſt, ſub quo intimus, ſive cæruleus, limbus Iridis hujus apparere debet, ſive minima ejus ſemidiameter.

Ad eundem modum, pro Radiis minime refrangibilibus, poſito ſinu Incidentiæ ad ſinum Refractionis, ut 182 ad 138, uti dimenſus ſum, invenietur $ND = \frac{5028}{10000} CN$; & $NE = \frac{7533}{10000} \times CN$; indeque, per tabulam ſinuum, arcus NL erit, 60 grad. 22 min., & arcus NF, 98 grad. 38 min. Adeoque angulus AXR, 43 grad. 6 min., ſub quo extimus, ſive rubeus, hujus Iridis limbus apparebit. Itaque maxima ejus ſemidiameter eſt, 43 grad. 6. min. A qua ſi auferatur minima ſemidiameter, 41 grad. 0 min., emergit Iridis craſſities, 2 grad. 0 min., circiter, vel potius 2 grad. 37 min., addita diametro Solis, 37 min. Sed, cum Colores in extremitatibus ad utrumque limbum debiliores ſint, quam quo, propter nubium conterminarum ſplendorem, videri poſſunt, ſenſibilis ejus craſſities duos gradus vix excedet.

Haud ſecus determinantur exterioris Iridis dimenſiones. Nam oſtenſum eſt in Corol. I. & II., Prop. XXXVI., emergentem Radium HS ad incidentem AN maxime inclinari, cum ſit 8 RR. II — RR : : NCq. NDq; Et I. 3 R : : ND. NE. Quamobrem, pro Radiorum maxime refrangibilium ſinibus I, & R, ſubſtitutis numeris 185, & 138, ut ſupra, obtinebuntur $ND = \frac{3157}{10000} CN$, & $NE = \frac{7064}{10000} CN$; & inde, per tabulam ſinuum, arcus NL, 36 grad. 48 min., & arcus NF, 89 grad. 53 min. Atque adeo angulus AYS = 52 grad. 51 min., qui erit maxima ſemidiameter Iridis hujus. Et ſimiliter, pro Radiorum minime refrangibilium ſinibus I, & R, ſubſtituendo numeros ſupra poſitos 183, 138, emergent $ND = \frac{3079}{10000} CN$, & $NE = \frac{6965}{10000} CN$. Unde, per tabulam ſinuum, eliciuntur arcus NL, 35 grad. 52. min. & arcus NF, 88 grad. 18 min. Adeoque Angulus AYS erit, 49 grad. 2 min.; Iridis nempe minima ſemidiameter. Quamobrem, ſi a maxima ſemidiametro, 52 grad. 51 min., auferatur minima, 49 grad. 2 min., & reſiduo addatur diameter Solis, 31 min., emerget hujus Iridis craſſities, 4 grad. 20 min.. Sed, propter majorem hujus, quam interioris Iridis obſcuritatem, Colores vix ultra craſſitiem trium graduum, vel trium & ſemiſſis, videri poſſe conjicio.

Jam vero, ut harum Iridum rationes conſpectui diſtincte exhibeam, ſunto E, F, & G, *Fig.* 126. *Tab. XXVIII.* guttæ per aerem utcunque ſparſæ; SE, SF, SG, Radii ſolares parallele incidentes in guttas; EM, EN, & EO, Radii diverſe refrangibiles, e gutta E poſt unam Reflexionem emergentes; atque FN, FO, FP, & GO, GP, GQ conſimiles Radii emergentes e guttis F, ac G; nempe EO, FP, GQ, maxime refrangibiles, & EM, FN, GO, minime refrangibiles, &c. Jam, ſi Spectantis Oculus ad O conſiſtat, ex hypotheſi manifeſtum eſt, quod, e Radiis, quos gutta E poſt unam Reflexionem emittit, ſoli maxime refrangibiles, ſeu cæruliformes, quales EO, impingant in Oculum, reliquis, ut in EN, & EM; propter minorem Refractionem præterlabentibus. Et proinde cæruleus Color ad E conſpicietur. E Radiis autem, quos gutta G poſt unam Reflexionem emittit, maxime refrangibiles, quales GQ, præteribunt Oculum; propterea quod Radio EO paralleli ſunt; & alterius generis Radii, puta, minime refrangibiles, ſeu rubriformes, quales GO, in eum impingent; unde Rubor apparebit in G; & ſimili diſcurſu, gutta F in medio inter E ac G poſita, Radios mediocriter refrangibiles, ut FO, in Oculum immittet, reliquis, ut FN, FP, utrinque præterlabentibus: indeque Viriditas cernetur ad F. Eadem eſt ratio guttarum omnium ad eaſdem cum his guttis apparentes diſtantias, ab axe OR, qui per Solem & Oculum tranſit, poſitarum; & proinde ad diſtantias illas Colores undique apparebunt, hoc eſt, arcus variegatus, cujus interior limbus cæruleo, exterior rubro, & mediæ partes mediis Coloribus tingantur, exiſtente angulo OGQ, ſive GOE, hoc eſt, latitudine arcus, duorum circiter graduum,

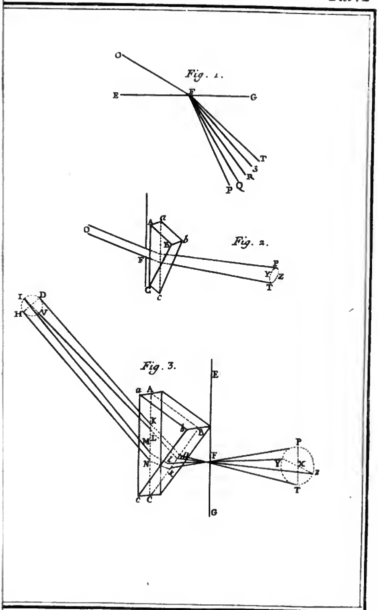
juxta ea, quæ jam ante oſtendi; eſtque ſimilis diſcurſus de arcu exteriori, niſi quod ordo Colorum, propter contrariam Radiorum inflexionem, contrarius evadat. Guttæ autem, quæ extra hos arcus ex una parte ſitæ ſunt, Radios omnino nullos, poſt unam, vel duas Reflexiones, duaſque Refractiones, in Oculum immittent; ex altera autem parte omnigenos permiſtos, eoſque fere inſenſibiles, & proinde nulla hujuſmodi phænomena exhibere poſſunt, ſed Cœlum in illis locis Colore ſolito apparebit.

Præter phænomena Colorum, de quibus egimus, ſunt adhuc alia haud pauca, (præſertim circa Colores pertenuium lamellarum pellucidarum, quales ſunt bullarum aquoſi orbes, & aer inter vitra duo compreſſus, multarumque rerum cuticolæ pertenues,) quorum cauſa & menſura abſque ratiociniis mathematicis vix poſſunt accurate determinari: ſed in hiſce videor nimius fuiſſe, & proinde jam ad partes Matheſeos magis abſtractas me convertere decrevi.

LECTIONUM OPTICARUM FINIS.

A P-

Tav. I



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 4.

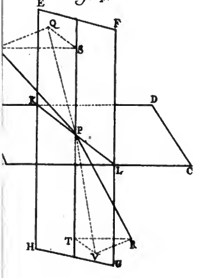


Fig. 5.

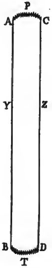


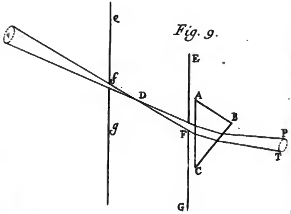
Fig. 6.

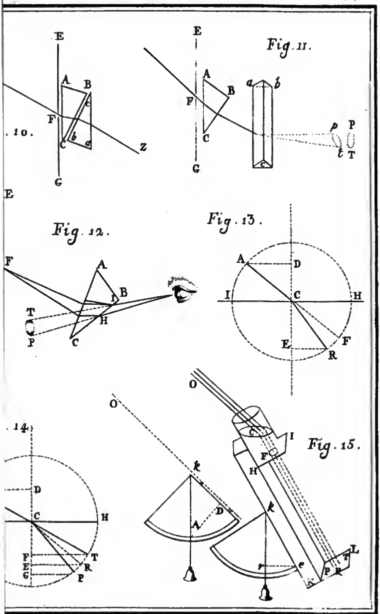


Fig. 8.



Fig. 9.





. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

. 14.

Fig. 15.

Tav. IV.

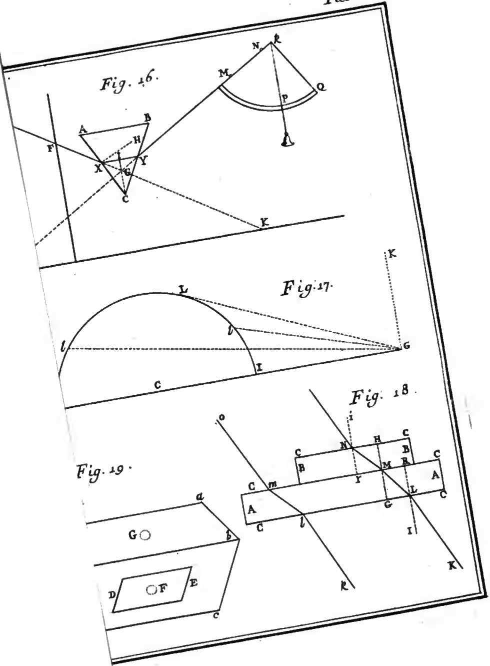
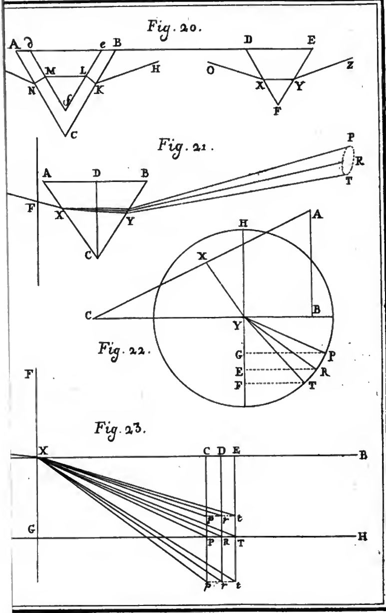


Fig. 16.
A
B
H
F
X
Y
G
C
K
M
N
R
Q
P
Fig. 17.
L
l
l
I
C
G
K
Fig. 18.
o
m
l
k
A
C
C
C
B
C
N
H
B
C
M
R
A
r
i
L
C
G
I
K
Fig. 19.
a
b
G
D
F
E
c

[illegible]

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

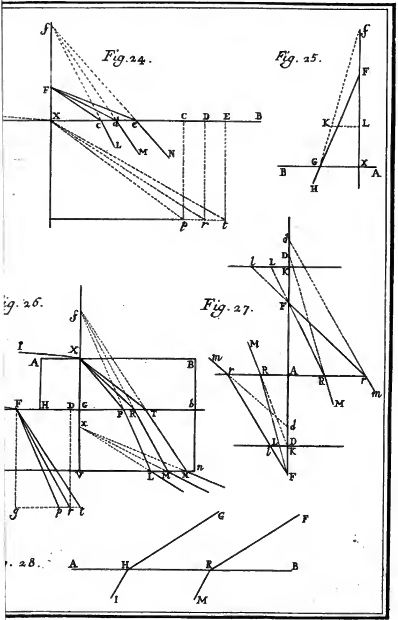
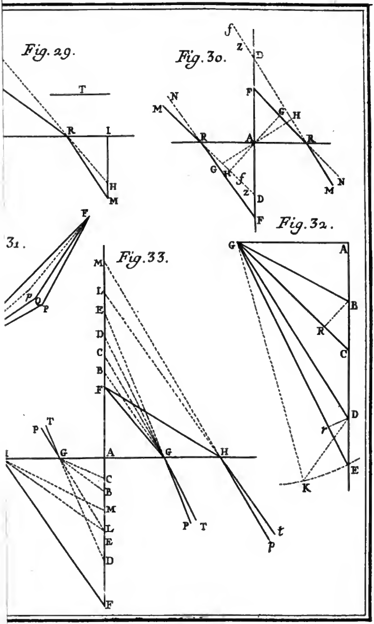
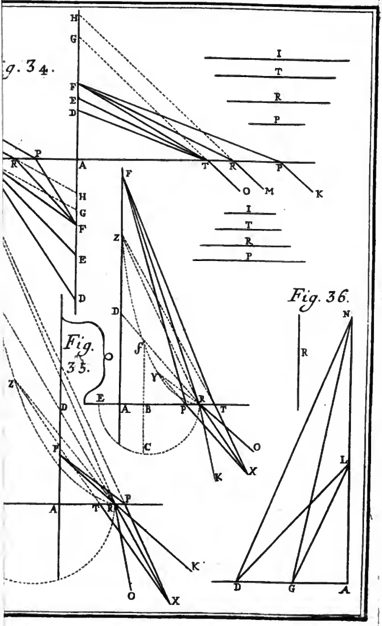


Fig. 24.
f
F
X
c
d
e
C
D
E
B
L
M
N
p
r
t
Fig. 25.
f
F
K
L
G
X
B
A
H
Fig. 26.
f
X
A
B
F
H
D
G
P
R
T
b
x
V
L
M
N
n
g
p
r
t
Fig. 27.
D
K
F
M
m
r
R
A
d
l
L
Fig. 28.
A
H
R
B
G
F
I
M

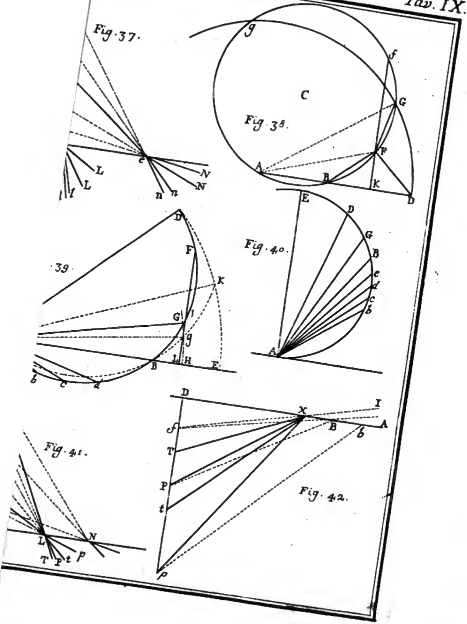
Digitized by Google


Fig. 29.
Fig. 30.
31.
Fig. 32.
Fig. 33.

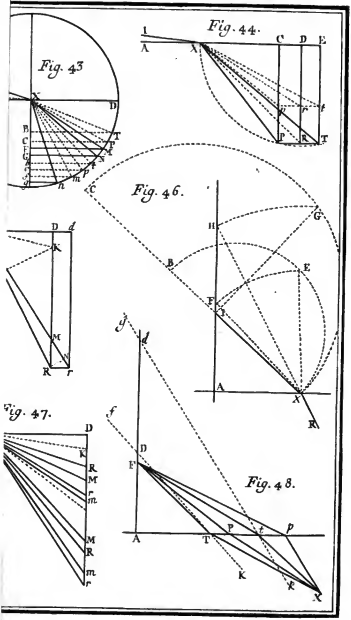


Digitized by Google

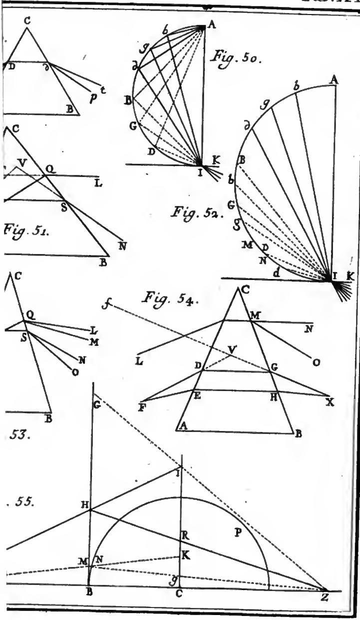
Tav. IX.



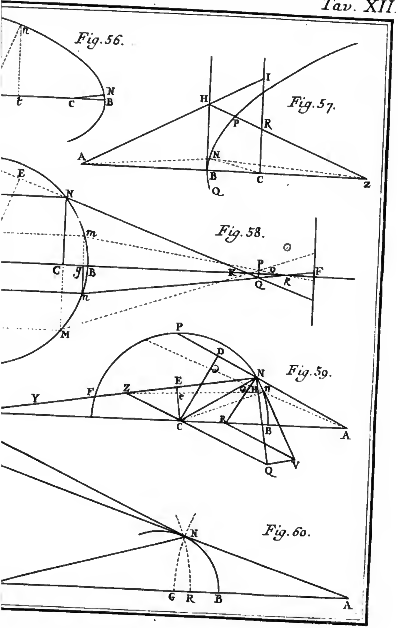
Digitized by Google


Fig. 43
Fig. 44.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.

Digitized by Google


Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.
53.
Fig. 54.
55.

Tav. XII.



Digitized by Google

Tav. XIII.

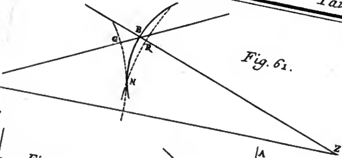


Fig. 61.

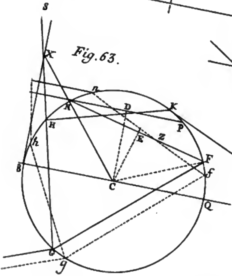


Fig. 63.

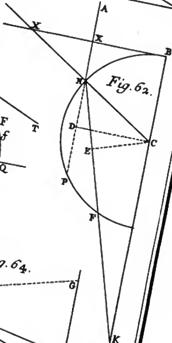


Fig. 62.

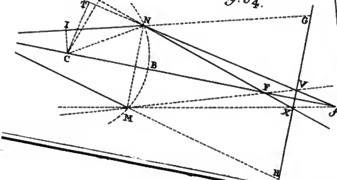


Fig. 64.

Tav. XIV.

Fig. 65.

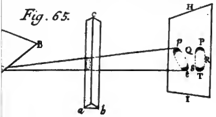


Fig. 66.

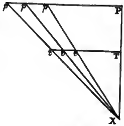


Fig. 67.

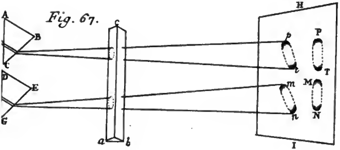


Fig. 68.

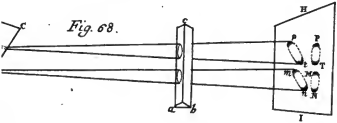
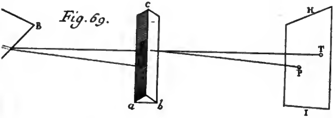


Fig. 69.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 70.

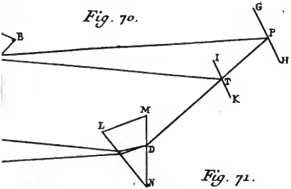


Fig. 71.

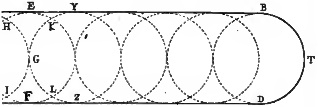
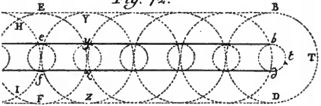


Fig. 72.



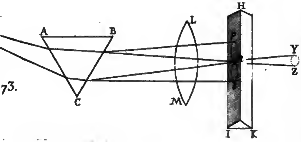
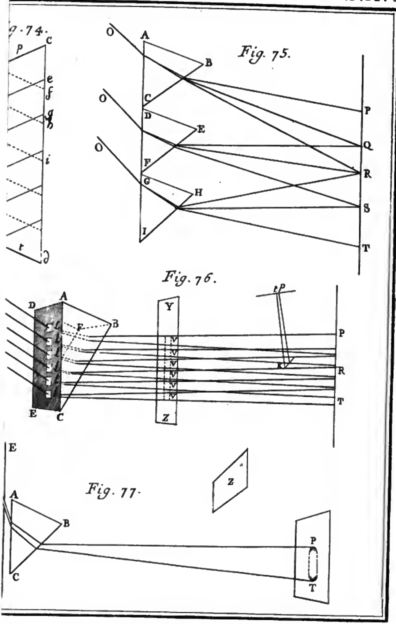


Fig. 73.

Digitized by Google

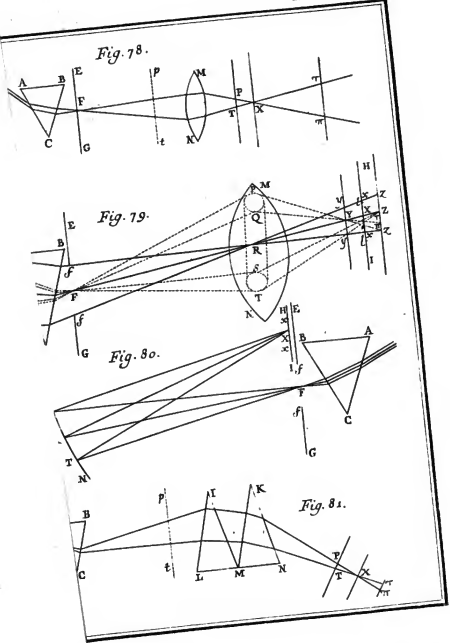
Tav. XVI.



Digitized by Google



Tav. XVII.



Digitized by Google

Fig. 82.

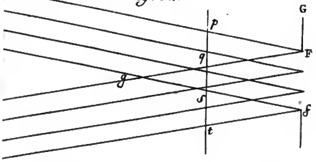


Fig. 83.

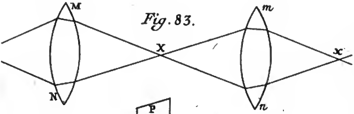


Fig. 84.

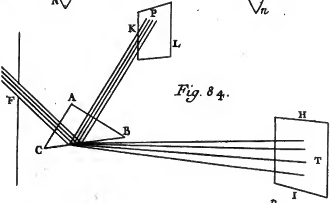
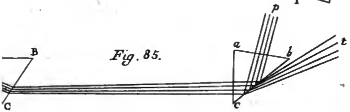
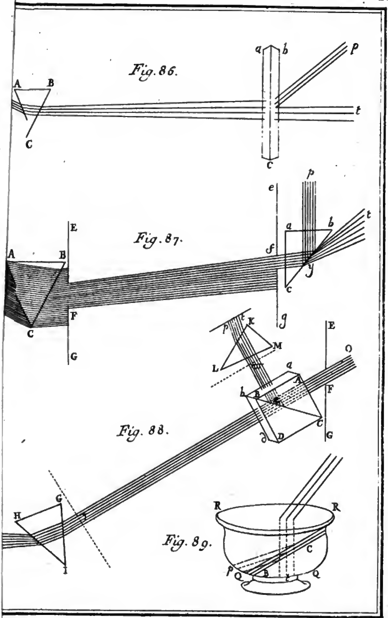


Fig. 85.



Digitized by Google


Fig. 86.
Fig. 87.
Fig. 88.
Fig. 89.

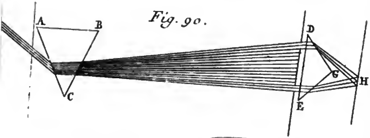


Fig. 90.

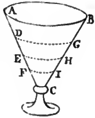


Fig. 91.

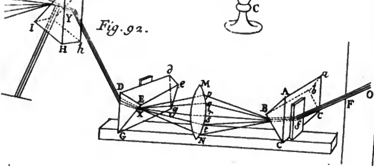


Fig. 92.

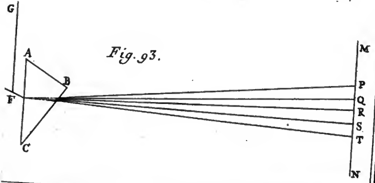


Fig. 93.

Digitized by Google

Fig. 94.

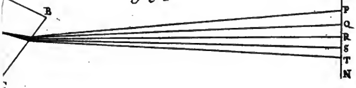


Fig. 95.

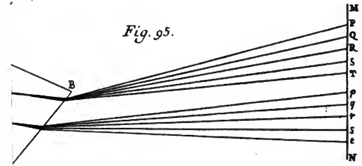


Fig. 96.

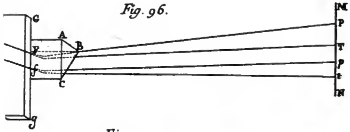
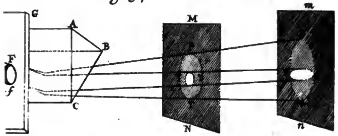
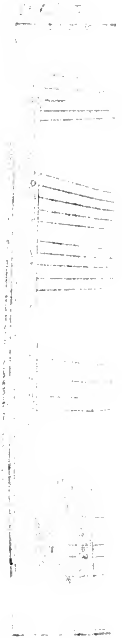


Fig. 97.



Digitized by Google



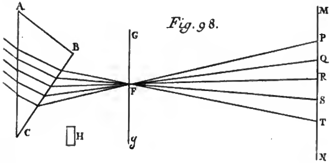


Fig. 98.

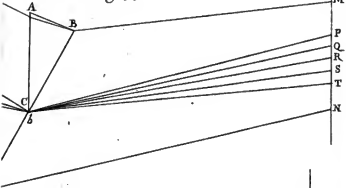


Fig. 99.

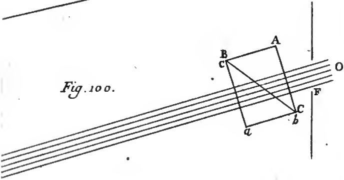


Fig. 100.

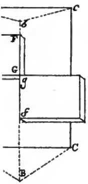
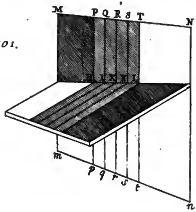


Fig. 101.



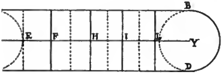


Fig. 102.

Fig. 103.

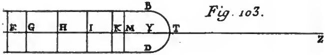
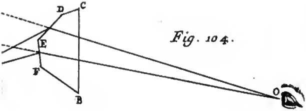
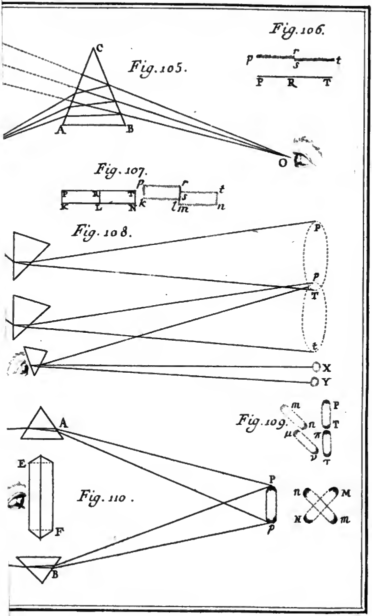


Fig. 104.



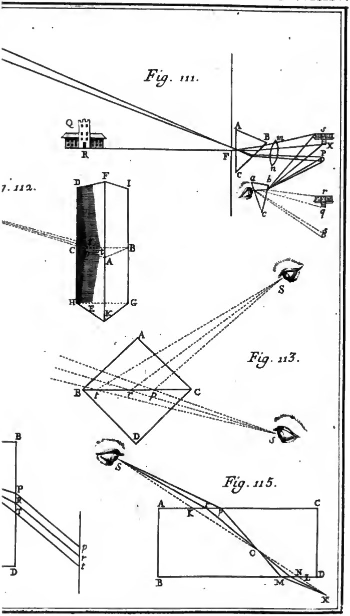
Digitized by Google

Tav. XXIV.



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Fig. 116.

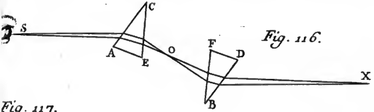


Fig. 117.

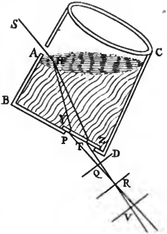


Fig. 118.

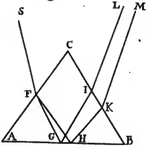
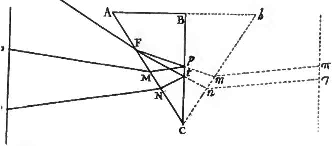


Fig. 119.



Digitized by Google

Tab. XXVII.

Fig. 120.

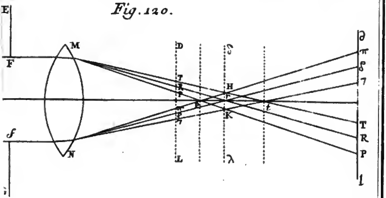


Fig. 121.

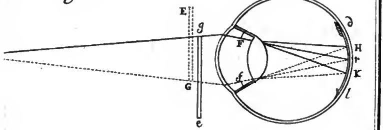
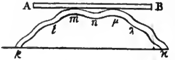
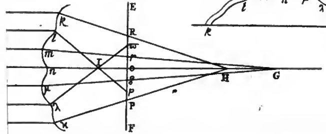


Fig. 122.



. 123.



Digitized by Google

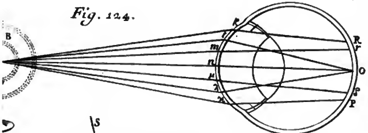


Fig. 124.

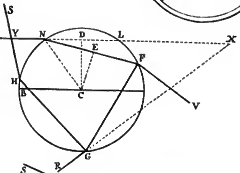


Fig. 125.

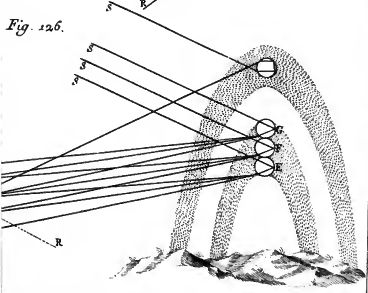


Fig. 126.

Digitized by Google

APPENDIX
CONTINENS
ISAACI NEWTONI,
EQUITIS AURATI,
SCRIPTA
AD LUCEM ET COLORES PERTINENTIA
INSERTA
TRANSACTIONIBUS PHILOSOPHICIS REGIÆ SOCIETATIS LONDINENSIS.

Sub Numeris 80. 81. 82. 83. 84. 85. 88. 96. 97. 110. 121. 128.

Digitized by Google

Digitized by Google

ARTICULUS I.

ISAACI NEWTONI

Mathematum Profeſſoris in Univerſitate Cantabrigienſi

EPISTOLA

Continens novam ejus theoriam

DE LUCE ET COLORIBUS

Ab Auctore ad Editorem data Cantabrigiæ *A. D. ſextum Februarii Anno* 16$\frac{71}{72}$, *ut cum Regia Societate communicaretur.*

Tranſ. Phil. 19. Menſ. Febr. An. 16$\frac{71}{72}$. Num. 80. pag. 3075.

DOMINE

EXſoluturus quæ tibi promiſeram, omiſſis omnibus verbis mere officioſis, ſimpliciter dicam, quod ineunte Anno *1666*, (quo tempore operam dabam conficiendis opticis vitris figurarum a ſphærica diverſarum,) mihi vitreum Priſma triangulare paravi, eo notiſſima phænomena Colorum experturus. Cum idcirco Cubiculum meum obſcurum reddidiſſem, parvoque foramine ligneam feneſtram pertuſiſſem, quo ſatis Lucis a Sole venientis intrare poſſet, illam ingredientem Priſmate excepi, quo refracta fuit in parietem oppoſitum. Et primo quidem me non parva volupate affecerunt vividi & intenſi Colores ita prodeuntes; paulo poſt vero, cum eos majori cura & attentione conſiderarem, in oblongam figuram diductos miratus ſum; ſiquidem putabam fore, ut, juxta receptas Refractionum Leges, in circularem ſeſe contraherent. Utrinque rectis lineis terminabantur, ſed difficile ſuiſſet, ob Lucem gradatim evaneſcentem, extremitatum figuram accurate definire, quæ tamen viſa eſt ſemicircularis.

Colorati hujus *Spectri* longitudinem cum latitudine collatam, quinquies, præterpropter, hac majorem inveni; quæ tanta inæqualitas maximam mihi cupiditatem injecit requirendi unde-nam oriretur. Quamquam credere vix poteram varias Vitrorum craſſitudines, aut Lucis, & umbræ vel obſcuritatis fines tantum in Lucem poſſe, ut quid tale efficerent; tamen non extra rem putavi circumſtantias iſtas primum ad examen revocare, & ſic perſpicere, quid accideret cum Lux tranſmitteretur per inæqualiter craſſas Vitri partes, aut per feneſtræ foramina plus vel minus lata, aut per priſma extra feneſtram poſitum ita, ut Lux per illud tranſmearet, Refractionem patiens antequam a foramine coarctaretur: ſed harum rerum nullam alicujus momenti comperi; ſemper enim eadem fuit Colorum figura.

Tunc ſuſpicatus ſum Colores ita dilatari, quod Vitrum eſſet inæquale, aut quavis alia ratione fortuito vitioſum. Experturus an id verum eſſet, ſumpſi aliud Priſma primo ſimile, quod ita ſtatui, ut Lux per utrumque tranſiens, refringi poſſet ad contrarias partes, & hoc pacto a ſecundo redigi in viam, a qua primum illam detorſerat: Sic enim futurum exiſtimabam, ut, quæ primum Priſma ſecundum naturæ leges effecerat, a ſecundo Priſmate deſtruerentur, augeſcerent autem ob plures Refractiones, quæ contra has leges accidiſſent. Exitus vero fuit, quod Lux,

Digitized by Google

quæ a primo Priſmate in oblongum ſpatium diffuſa fuerat, a ſecundo in orbiculare coercita fuit accuratius, quam ſi per neutrum tranſmeaſſet. * Igitur, quæcunque demum ſit hujus longitudinis cauſſa, ea certe non eſt fortuita quædam anomalia.

Cœpi igitur diligentius ac ſubtilius rimari, quid efficere poſſet diverſa Incidentia Radiorum a diverſis Solis partibus promanantium; qua de cauſſa metitus ſum lineas, & angulos ad Imaginem ſpectantes. Ea a foramine vel Priſmate diſtabat viginti duobus pedibus; maxima ejus longitudo erat tredecim pollicum cum quadrante; latitudo autem pollicum duorum cum quinque octantibus; & foraminis diameter trium linearum, ſeu quartæ pollicis partis; at angulus, quem Radii mediam Imaginem verſus tendentes conficiebant cum lineis, quas percurriſſent niſi refracti fuiſſent, erat graduum quadraginta quatuor & minutorum quinquaginta ſex; Verticalis autem angulus Priſmatis erat ſexaginta trium graduum, & duodecim minutorum. Refractiones, quæ ex utroque Priſmatis latere accidebant, id eſt, quas Radii, tum incidentes, tum emergentes patiebantur, erant, quam potui accuratiſſime, æquales, & ideo graduum quinquaginta quatuor cum quatuor minutis, circiter. Radii vero ad rectos angulos in parietem incidebant. Jam, ſubducta foraminis diametro ex Imaginis longitudine & latitudine, ſupereſt Imago longa tredecim pollicibus, & lata duobus cum tribus octantibus; quæ latitudo concludebatur Radiis per foraminis centrum tranſeuntibus; & idcirco angulus foraminis, quem hæc latitudo ſubtendebat, erat minuti unius ſupra triginta, reſpondens diametro Solis; ſed angulus, quem ſubtendebat Imaginis latitudo, major erat, quam hujus diametri quintuplum, utpote duorum graduum cum quadraginta novem minutis.

His obſervationibus factis, primum ex illis collegi vim refractivam vitri, quam, dimenſus per Sinuum rationem, inveni ut 20 ad 31; ac, deinde, ex hac ratione computavi Refractiones duorum Radiorum profluentium ab oppoſitis *Diſci* ſolaris partibus, quorum Obliquitates, vel Incidentias, differre poſui triginta minutis cum uno; & comperi, quod Radii emergentes comprehendere debebant angulum unius minuti ſupra triginta, ut ante quam fierent incidentes.

Sed, cum hæc ſupputatio inniteretur hac hypotheſi, quod eandem proportionem ſervent ſinus Incidentiæ & Refractionis; & cum ne mea quidem experimenta me inducere poſſent, ut eam hypotheſim adeo a vero alienam crederem, ut angulum, qui re ipſa erat duorum graduum, & quadraginta novem minutorum, contraheret ad minuta triginta & unum; mihi temperare non potui, quin rurſus Priſma ſumerem; quo, ut prius, feneſtræ admoto, obſervavi, quod, licet illud circa axem ſuum aliquantiſper ultra citraque converterem ita, ut ejus obliquitates ad Lucem differrent pluſquam Angulo quatuor vel quinque graduum, attamen Colores, ſitum in pariete, (quod quidem ſenſibus percipi poſſet,) non mutabant; unde conficitur, quod Incidentiæ mutatio nullam inducit in Refractionis quantitate mutationem, quæ ſub ſenſibus cadat. Igitur hoc experimento, æque ac ſuperiori ſupputatione mihi liquebat, quod diverſitas angulorum, ſub quibus incidunt Radii a diverſis Solis partibus ejaculati, efficere non poteſt, ut, poſtquam ſeſe decuſſaverunt, divergant ſub angulo, qui ſenſibus major videatur illo, ſub quo convergebant; cum vero hic, ut plurimum, ſit triginta & unius, aut triginta & duorum minutorum, circiter, eruenda adhuc reſtat aliqua alia cauſſa, qua creſcere poſſit ad gradus duos cum quadraginta novem minutis.

Quapropter dubitare cœpi, an non Radii, poſtquam Priſma tranſmeaverunt, per curvas lineas ferrentur, &, pro majore aut minore illarum curvitate, ad diverſas parietis partes tenderent. Quæ ſuſpicio ex eo confirmabatur, quod memineram me ſæpius animadvertiſſe in Sphæriſteriis, nempe quod pila obliquo reticulo impulſa curvam lineam deſcribit. Cum enim impulſu iſto pila circumrotari ſimul & progredi cogatur, ejus partes, quæ ibi ſunt, ubi motus ambo conſpirant, aerem contiguum comprimere, & percutere majori violentia debent, quam ceteræ, & hoc pacto;

* Hujus experimenti explicationem vide infra.

pacto proportionaliter majorem aeris reluctantiam & reactionem excitare. Eadem ratione, ſi Lucis Radii forte eſſent corpora orbicularia, quæ, dum ex medio in aliud tranſeunt, motum circularem acquirerent, iis magis reſiſtere deberet Æther ambiens, ubi motus conſpirant, & illa idcirco contrarias partes verſus ſine intermiſſione deflecti. Sed, quamquam hæc ſuſpicio plauſibili iſto fundamento nitebatur, nullam curvitatem, rem ad trutinam revocans, deprehendi. Quinimo perſpexi, (quod propoſito meo ſatis erat,) differentias inter Imaginis longitudinem & foraminis diametrum per quod Lux tranſmittebatur, eſſe intervallis, quibus foramen & Imago diſtabant, proportionales.

Succeſſiva ſuſpicionum iſtarum remotio me tandem adduxit ad *Experimentum Crucis*, quod hujuſcemodi fuit. Sumpſi duos aſſeres, quorum alterum collocavi ſtatim poſt Priſma ad feneſtram, ita ut Lux traſmitti poſſet per parvum foramen in eo factum ob id ipſum, & cadere ſuper alterum aſſerem a primo duodecim, circiter, pedes diſſitum, quem quoque parvo foramine antea pertuderam, ut aliqua Lucis incidentis pars tranſiret. Deinde poſt ſecundum hunc aſſerem poſui aliud Priſma, ita ut Lux per ambos transjecta, per ſecundum Priſma quoque tranſigeretur, & hoc pacto iterum refringeretur, antequam ad parietem perveniret. Hiſce ſic diſpoſitis, primum Priſma manibus ſumpſi, illudque lente hinc illinc ſuper Axem ſuum convertere cœpi, donec variæ Spectri in ſecundum aſſerem cadentis partes una poſt aliam tranſirent per ejus foramen; quo ſic mihi obſervare liceret in quas demum parietis plagas Priſma ſecundum illas refringeret. Cum autem diverſæ Spectri partes diverſa in pariete loca occuparent, hinc perſpexi, quod Lux tendens ad illam Imaginis extremitatem, verſus quam fiebat primi Priſmatis Refractio, multo majorem, quam Lux oppoſitam extremitatem petens, a ſecundo Priſmate Refractionem acceperat.

Unde patet veram Imaginis ſic exporrectæ cauſſam hanc unam eſſe, quod, ſcilicet, *Lux conſtat ex Radiis, quorum alii aliis magis refrangibiles ſunt*; qui nulla Incidentiæ ratione habita, pro *peculiaribus Refrangibilitatis gradibus*, ad diverſas oppoſiti parietis partes tranſmittuntur.

Poſtquam hoc intellexi, circa vitra laborare deſtiti; noveram enim Teleſcopia perfectiora hucuſque haberi non potuiſſe, non ſolum quia deerant vitra reipſa prædita figuris, quas Optici Auctores præſcripſerant, (quod omnes hactenus crediderant,) ſed etiam quia *Lux* ipſa eſt miſtura quædam heterogenea compoſita *ex Radiis diverſe refrangibilibus*; ita ut, quamvis haberetur vitrum adeo diligenter figuratum, ut unumquodque Radiorum genus in unum idemque punctum colligeret, attamen nunquam in illud idem punctum cogere poſſet etiam eos, qui, cum in idem medium ſub eadem Incidentia cadant, apti ſunt ad diverſam Refrangibilitatem patiendam. Quinimo, mirabar, cum differentia Refrangibilitatum tanta ſit quantam inveni, Teleſcopia illa, qua gaudent, perfectione donari potuiſſe: Nam, dimetiens Refractiones unius ex meis Priſmatibus, reperi, quod, poſito ſinu Incidentiæ ſuper aliquod ex ejus planis quadraginta quatuor partium, ſinus Refractionis plurimorum ex Radiis rubeam Colorum extremitatem occupantibus, & ex vitro in aerem prodeuntibus, erat ſexaginta octo partium; at ſinus Refractionis plurimorum ex Radiis alteram extremitatem obtinentibus, ſexaginta novem partium; ita ut diſcrimen ſit, circiter, viginti quatuor vel viginti quinque partium totius Refractionis. Qua de cauſſa vitrum objectivum cujuſvis Teleſcopii Radios omnes ab aliquo objecti puncto promanantes coarctare magis nequit, quam in ſpatium circulare, cujus diameter eſt quinquageſima pars diametri, qua vitrum ipſum patet; quæ aberratio aliquoties centupla eſt ejus, quam Lens ſphærica, quæ, ut vitra objectiva longorum Teleſcopiorum, eſt exiguum ſuæ Sphæræ ſegmentum, gignere poſſet ineptitudine figuræ, ſi Lux eſſet uniformis.

Hæc me duxerunt ad Reflexiones conſiderandas, quas cum ſibi conſtare reperiviſſem, ita ut in omnibus Radiorum generibus eſſet Angulus Reflexionis par angulo Incidentiæ, intellexi, quod, earum ope, inſtrumenta optica poterant ad quemlibet

Digitized by Google

libet perfectionis gradum extolli; dummodo reperire liceret Subſtantiam reflectentem, quæ accuratam polituram, æque ac vitrum, reciperet, & tantum Lucis reflecteret, quantum tranſmittit vitrum; ac dummodo conſequi liceret rationem illius parabolica figura donandæ. Sed hæ difficultates maximæ videbantur; & fere inſuperabiles illas putabam; cum præterea in mentem venit, quod quivis error, ſuperficiem refringentem deformans, Radios a recto itinere magis detorquet quinquies aut ſexies, quam ſimilis error in ſuperficie refringente: Quapropter major cura adhibenda eſt in his, quam in refringentibus vitris efformandis.

Interea, ſuperveniens peſtilentia me Cantabrigia exire coegit *Anno 1666*, & pluſquam duo Anni elapſi ſunt antequam ulterius progreſſus ſum. Cum autem tunc excogitaſſem mollem quandam poliendi rationem Metallis aptam, qua tandem credidi me figuras correctas habiturum; aggreſſus ſum tentare quidnam in hac re confici poſſet, & gradatim perfeci inſtrumentum, (quoad partes conſtituentes ſimile illi, quod *Londinum* miſi,) quo videre poteram quatuor *Jovis* Satellites, illoſque oſtendi pluries duobus Amicis. Poteram quoque obſervare lunares *Veneris* Phaſes, ſed non ſatis diſtincte, neque ſine aliqua cura inſtrumento collocando.

Ex eo tempore interpellatus fui, donec proxime elapſo Autumno, inſtrumentum aliud confeci. Quod quia eſt non parum melius primo (præſertim pro objectis diurnæ Luci expoſitis,) nullus dubito, quin inſtrumentum hoc multo perfectius reddi poſſit conatibus eorum, qui, ut ex te audivi, operam illi *Londini* navant.

Sæpius cogitavi de conſtruendo Microſcopio, quod pro vitro objectivo haberet laminam ex Metallo reflectentem. Etenim hæc inſtrumenta ad majorem perfectionem, quam nunc habent, adduci poſſe videntur æque ac Teleſcopia, & fortaſſe magis; ſiquidem Microſcopia opus habent una Metalli lamina reflectente, ut videri poteſt in Diagrammate, (*Fig.* 1. *Tab. I.*) in quo A B eſt Objectivum ex Metallo; C D vitrum Oculare; F communis amborum Focus; O Focus alter Objectivi ex Metallo conflati, ubi Objectum eſt locatum.

Sed, ut e diverticulo in viam, dicebam quod Lucis partes ſimiles non ſunt aut homogeneæ, ſed quod Lux conſtat ex diverſi generis Radiis, quorum aliqui magis refrangibiles ſunt quam alii; ita ut ex iis, qui ſimiliter incidunt in idem medium, nonnulli magis quam ceteri refringantur, non aliqua facultate vitri, ſive cujuſvis externæ cauſæ, ſed prævia quadam aptitudine, qua Radii ſinguli comparati ſunt ad patiendum certum Refractionis gradum.

Nunc loquuturus ſum de alia, & quidem notabiliore *diſſimilitudine*, qua Radii præditi ſunt, & qua Colorum origo explicatur, & quaſi evolvitur; Ad quod peragendum, primo doctrinam ipſam tradam: deinde, ut ea ad trutinam revocari poſſit, unum aut alterum Experimentorum exemplum, tanquam ceterorum ſpecimen, afferam.

Doctrinam Propoſitiones, quæ ſequuntur, complectentur & illuſtrabunt.

I.

Ut Radii Lucis inter ſe Refrangibilitate diſcrepant, ita differunt inſita quadam aptitudine ad exhibendum hunc vel illum certum Colorem. Colores non ſunt Lucis qualificationes ortæ ex naturalium corporum Refractionibus, aut Reflexionibus, (ut vulgo creditur,) ſed primigeniæ & congenitæ proprietates in diverſis Radiis diverſæ. Aliqui Radii tantum ad rubrum, alii ſolum ad flavum, alii dumtaxat ad viridem Colorem effingendum apti ſunt; & ſic de ceteris. Neque tantum præcipui & magis eminentes Colores, ſed omnes medii eorum gradus habent proprios & ſibi affectos Radios.

II.

II.

Idem Refrangibilitatis gradus ad eundem Colorem, & Color idem ad eundem Refrangibilitatis gradum ſemper pertinent. Radii minime omnium refrangibiles ad rubrum Colorem exhibendum natura comparati ſunt omnes; &, e contra, Radii qui natura comparati ſunt ad exhibendum Colorem rubrum, omnes ſunt omnium minime refrangibiles: Non aliter, Radii maxime omnium refrangibiles apti ſunt omnes ad exhibendum Colorem violaceum ſaturum; & viciſſim, ii, qui apti ſunt ad talem Colorem exhibendum, ſunt omnes maxime omnium refrangibiles: Eodemque pacto, omnibus intermediis Coloribus continuam ſeriem conſtituentibus competunt intermedii Refrangibilitatis gradus. Hæc autem Analogia inter Colores & Refrangibilitates eſt perquam accurata & ſtricta; ſiquidem Radii ſemper in utraque, aut omnino conveniunt, aut proportionaliter diſcrepant.

III.

Species Coloris, & Refrangibilitatis gradus, pertinentes ad certum quodcunque Radiorum genus, mutari nequeunt neque Refractione, neque Reflexione ex naturalibus corporibus, neque alia quavis cauſſa, quam hactenus animadvertere potuerim. Quodlibet Radiorum genus, poſtquam probe ab heterogeneis Radiis ſeparatum fuit, Colorem ſuum obſtinatiſſime retinuit, quamvis totis viribus illum immutare conatus fuerim. Radios unius cujuſvis generis Priſmate refregi; in corpus, quod, ſub Luce diurna, Colore diverſo imbutum apparebat, ab eodem reflectendos conjeci; eos excepi colorata illa aeris, ut ita dicam, pellicula, quæ continetur inter duas vitreas laminas invicem junctas; illos per media, tum colorata, tum alterius generis Radiis picta diverſimode terminavi; neque tamen novum Colorem ullum excudere ex illis potui. Ille quidem, dum contrahitur, aut dilatatur, fieri poteſt vividior, aut languidior, &, dum plures Radios amittit, nonnunquam multo obſcurior, & tenebricoſior; ſed nunquam mihi contigit videre, quod genere mutaretur.

IV.

Verumtamen Colorum tranſmutationes videntur accidere, ubi aliqua eſt Radiorum generum diverſorum permiſtio: Siquidem tunc Colores componentes non apparent; ſed, admiſtione mutua, medium quendam Colorem conſtituunt. Ea de cauſſa, ſi, vel Refractione, vel quacunque alia ex ſupra recenſitis rationibus, Radii diverſorum generum, in hac admiſtione latentes ſegregantur, emergent Colores ab illis diverſi, quibus compoſitio tingebatur: quos tamen non tunc gigni, ſed tantum conſpicuos disjunctione fieri vel hinc apparet, quod, ſi rurſus intermiſceantur prorſus, & confundantur, idem reſtituitur Color, qui, antequam ſepararentur, apparebat. Eadem de cauſſa commutationes, quæ ex variis Coloribus coeuntibus exoriuntur, veræ non ſunt, quia, Radiis heterogeneis iterum disjunctis, ipſiſſimos exhibent Colores, quos ante permiſtionem habebant; non ſecus ac pulveres, cæruleum & flavum, diligenter commiſtos Oculo nudo videri conſpicis virides; attamen Colores corpuſculorum componentium immutati non ſunt, ſed ſolum confuſi. Nam, ſi eos per melioris notæ Microſcopium intuearis, adhuc cæruleum, & flavum, interſertos & permiſtos, videbis.

V.

Sunt igitur duo Colorum genera; alii nempe ſimplices ſunt & primigenii; alii vero ex hiſce compoſiti. Colores primigenii ſunt *Ruber*, *Flavus*, *Viridis*, *Cæruleus*,

libet perfectionis gradum extolli; dummodo reperire liceret Subſtantiam reflectentem, quæ accuratam polituram, æque ac vitrum, reciperet, & tantum Lucis reflecteret, quantum tranſmittit vitrum; ac dummodo conſequi liceret rationem illius parabolica figura donandæ. Sed hæ difficultates maximæ videbantur; & fere inſuperabiles illas putabam; cum præterea in mentem venit, quod quivis error, ſuperficiem refringentem deformans, Radios a recto itinere magis detorquet quinquies aut ſexies, quam ſimilis error in ſuperficie refringente: Quapropter major cura adhibenda eſt in his, quam in refringentibus vitris efformandis.

Interea, ſuperveniens peſtilentia me Cantabrigia exire coegit *Anno 1666*, & pluſquam duo Anni elapſi ſunt antequam ulterius progreſſus ſum. Cum autem tunc excogitaſſem mollem quandam poliendi rationem Metallis aptam, qua tandem credidi me figuras correctas habiturum; aggreſſus ſum tentare quidnam in hac re confici poſſet, & gradatim perfeci inſtrumentum, (quoad partes conſtituentes ſimile illi, quod *Londinum* miſi,) quo videre poteram quatuor *Jovis* Satellites, illoſque oſtendi pluries duobus Amicis. Poteram quoque obſervare lunares *Veneris* Phaſes, ſed non ſatis diſtincte, neque ſine aliqua cura inſtrumento collocando.

Ex eo tempore interpellatus fui, donec proxime elapſo Autumno, inſtrumentum aliud confeci. Quod quia eſt non parum melius primo (præſertim pro objectis diurnæ Luci expoſitis,) nullus dubito, quin inſtrumentum hoc multo perfectius reddi poſſit conatibus eorum, qui, ut ex te audivi, operam illi *Londini* navant.

Sæpius cogitavi de conſtruendo Microſcopio, quod pro vitro objectivo haberet laminam ex Metallo reflectentem. Etenim hæc inſtrumenta ad majorem perfectionem, quam nunc habent, adduci poſſe videntur æque ac Teleſcopia, & fortaſſe magis; ſiquidem Microſcopia opus habent una Metalli lamina reflectente, ut videri poteſt in Diagrammate, (*Fig. 1. Tab. I.*) in quo A B eſt Objectivum ex Metallo; C D vitrum Oculare; F communis amborum Focus; O Focus alter Objectivi ex Metallo conflati, ubi Objectum eſt locatum.

Sed, ut e diverticulo in viam, dicebam quod Lucis partes ſimiles non ſunt aut homogeneæ, ſed quod Lux conſtat ex diverſi generis Radiis, quorum aliqui magis refrangibiles ſunt quam alii; ita ut ex iis, qui ſimiliter incidunt in idem medium, nonnulli magis quam ceteri refringantur, non aliqua facultate vitri, ſive cujuſvis externæ cauſſæ, ſed prævia quadam aptitudine, qua Radii ſinguli comparati ſunt ad patiendum certum Refractionis gradum.

Nunc loquuturus ſum de alia, & quidem notabiliore *diſſimilitudine*, qua Radii præditi ſunt, & qua Colorum origo explicatur, & quaſi evolvitur; Ad quod peragendum, primo doctrinam ipſam tradam: deinde, ut ea ad trutinam revocari poſſit, unum aut alterum Experimentorum exemplum, tanquam ceterorum ſpecimen, afferam.

Doctrinam Propoſitiones, quæ ſequuntur, complectentur & illuſtrabunt.

I.

Ut Radii Lucis inter ſe Refrangibilitate diſcrepant, ita differunt inſita quadam aptitudine ad exhibendum hunc vel illum certum Colorem. Colores non ſunt Lucis qualificationes ortæ ex naturalium corporum Refractionibus, aut Reflexionibus, (ut vulgo creditur,) ſed primigeniæ & congenitæ proprietates in diverſis Radiis diverſæ. Aliqui Radii tantum ad rubrum, alii ſolum ad flavum, alii dumtaxat ad viridem Colorem effingendum apti ſunt; & ſic de ceteris. Neque tantum præcipui & magis eminentes Colores, ſed omnes medii eorum gradus habent proprios & ſibi affectos Radios.

II.

Idem Refrangibilitatis gradus ad eundem Colorem, & Color idem ad eundem Refrangibilitatis gradum ſemper pertinent. Radii minime omnium refrangibiles ad rubrum Colorem exhibendum natura comparati ſunt omnes; &, e contra, Radii qui natura comparati ſunt ad exhibendum Colorem rubrum, omnes ſunt omnium minime refrangibiles: Non aliter, Radii maxime omnium refrangibiles apti ſunt omnes ad exhibendum Colorem violaceum ſaturum; & viciſſim, ii, qui apti ſunt ad talem Colorem exhibendum, ſunt omnes maxime omnium refrangibiles: Eodemque pacto, omnibus intermediis Coloribus continuam ſeriem conſtituentibus competunt intermedii Refrangibilitatis gradus. Hæc autem Analogia inter Colores & Refrangibilitates eſt perquam accurata & ſtricta; ſiquidem Radii ſemper in utraque, aut omnino conveniunt, aut proportionaliter diſcrepant.

III.

Species Coloris, & Refrangibilitatis gradus, pertinentes ad certum quodcunque Radiorum genus, mutari nequeunt neque Refractione, neque Reflexione ex naturalibus corporibus, neque alia quavis cauſſa, quam hactenus animadvertere potuerim. Quodlibet Radiorum genus, poſtquam probe ab heterogeneis Radiis ſeparatum fuit, Colorem ſuum obſtinatiſſime retinuit, quamvis totis viribus illum immutare conatus fuerim. Radios unius cujuſvis generis Priſmate refregi; in corpus, quod, ſub Luce diurna, Colore diverſo imbutum apparebat, ab eodem reflectendos conjeci; eos excepi colorata illa aeris, ut ita dicam, pellicula, quæ continetur inter duas vitreas laminas invicem junctas; illos per media, tum colorata, tum alterius generis Radiis picta diverſimode terminavi; neque tamen novum Colorem ullum excudere ex illis potui. Ille quidem, dum contrahitur, aut dilatatur, fieri poteſt vividior, aut languidior, &, dum plures Radios amittit, nonnunquam multo obſcurior, & tenebricoſior; ſed nunquam mihi contigit videre, quod genere mutaretur.

IV.

Verumtamen Colorum tranſmutationes videntur accidere, ubi aliqua eſt Radiorum generum diverſorum permiſtio: Siquidem tunc Colores componentes non apparent; ſed, admiſtione mutua, medium quendam Colorem conſtituunt. Ea de cauſſa, ſi, vel Refractione, vel quacunque alia ex ſupra recenſitis rationibus, Radii diverſorum generum, in hac admiſtione latentes ſegregantur, emergent Colores ab illis diverſi, quibus compoſitio tingebatur: quos tamen non tunc gigni, ſed tantum conſpicuos disjunctione fieri vel hinc apparet, quod, ſi rurſus intermiſceantur prorſus, & confundantur, idem reſtituitur Color, qui, antequam ſepararentur, apparebat. Eadem de cauſſa commutationes, quæ ex variis Coloribus coeuntibus exoriuntur, veræ non ſunt, quia, Radiis heterogeneis iterum disjunctis, ipſiſſimos exhibent Colores, quos ante permiſtionem habebant; non ſecus ac pulveres, cæruleum & flavum, diligenter commiſtos Oculo nudo videri conſpicis virides; attamen Colores corpuſculorum componentium immutati non ſunt, ſed ſolum confuſi. Nam, ſi eos per melioris notæ Microſcopium intuearis, adhuc cæruleum, & flavum, interſertos & permiſtos, videbis.

V.

Sunt igitur duo Colorum genera; alii nempe ſimplices ſunt & primigenii; alii vero ex hiſce compoſiti. Colores primigenii ſunt *Ruber*, *Flavus*, *Viridis*, *Cæruleus*,

leus, & *Violaceo-Purpureus*, una cum *Aureo*, & *Indico*, atque indefinita varietate graduum intermediorum.

VI.

Colores ejuſdem ſpeciei ac primigenii, poſſunt etiam per compoſitionem obtineri. Nam cæruleus Flavo miſtus viridem, rubeus & flavus aureum, aureus, & ex flavo vireſcens flavum effingunt. Uno verbo, ſi miſceantur duo quivis Colores, qui, in eorum ſerie, quos Priſma detegit, nimis inter ſe non diſtant, mutua intermiſtione component eum Colorem, qui in indicata ſerie medium inter illos occupat locum. Quod tamen non accidit iis, qui nimiis intervallis disjunguntur. Neque enim Aureus & indicus intermedium viridem, neque puniceus ac viridis interjectum flavum progignunt.

VII.

Sed ratio, qua Albedo conficitur, eſt omnium maxime admiranda. Nullum eſt Radiorum genus, qui ſoli poſſint illam exhibere; Eſt ſemper compoſita, & ad eam componendam opus eſt omnibus primigeniis Coloribus certa proportione commiſtis. Sæpius admirabundus obſervavi, quod Colores omnes a Priſmate detecti, cum convergentes redduntur, & hoc pacto rurſus miſcentur ita ut erant in Luce antequam in Priſma incideret, iterum exhibent Lucem prorſus & perfecte candidam, & nihil omnino, ſenſu judice, diverſam a directa Luce ſolari; niſi, cum vitra, quibus utebar, ſatis perſpicua non erant; tunc enim Lux iſta pauliſper videbatur perfuſa Colore, quo vitra erant infecta.

VIII.

Hinc ſequitur Albedinem eſſe vulgarem & communem Lucis Colorem: Lux etenim eſt confuſum quoddam aggregatum ex Radiis omni Colorum genere præditis, & promiſcue ejaculatis ex variis corporis lucidi partibus. Iſtud autem confuſum aggregatum, ut dixi, gignit Albedinem, ſi tamen in eo eſt juſta quædam Colorum componentium proportio; ſiquis vero Color prævaleat, ad hunc Lux vergit; ut accidit in cæruleo Sulphuris, flavo Candelarum, & diverſo Stellarum fixarum lumine.

IX.

Hiſce perſpectis, patet qua ratione Colores Priſmate excudantur. Cum enim ex Radiis Lucem incidentem conflantibus ii, qui Colore differunt, proportionaliter etiam Refrangibilitate differant, inæqualis illorum Refractio debet eos ſegregare, & in oblongam figuram diducere ordinata quadam ſerie terminata, hinc a coccineo minime omnium, illinc a violaceo omnium maxime refrangibili. Neque alia de cauſſa fit, ut omne id, quod per Priſma reſpicitur, coloratum appareat. Siquidem Radii heterogenei, utpote qui inæqualiter refringantur, diverſas Retinæ partes petunt divergentes, ubi, (non ſecus ac antea Solis in pariete,) coloratas rerum imagines pingunt; ac non ſolum quidem coloratas, ſed etiam male diſtinctas & valde confuſas.

X.

Hine etiam patet cur Iridis Colores in cadentibus pluviæ guttis appareant. Etenim guttæ Refractione detorquentes ad Spectatoris Oculos ingentem copiam Radiorum aptorum qui purpurei appareant, Radios aliorum generum adeo minus refrin-

fringunt, ut Spectantis Oculum prætereant; quod faciunt guttæ, quæ, in primaria quidem Iride, ſunt ad interiores partes, in ſecundaria vero vel externa, ad exteriores. Haud aliter, guttæ ad Spectatoris Oculum refringentes maximam illorum Radiorum vim, qui apti ſunt ut rubei videantur, adeo magis Radios ceterorum generum refringunt, ut præter Oculum cadant; tales ſunt guttæ exteriores in primaria, & interiores in ſecundaria Iride.

XI.

Admiranda phænomena infuſionis ligni nephritici, aureæ bracteæ, fragmentorum vitri colorati, nonnullorumque aliorum pellucide coloratorum corporum, quæ Colorem cum poſitione mutant, his fundamentis amplius Oedipo non egent. Sunt enim ſubſtantiæ aptæ ad reflectendum aliud Radiorum genus, & ad aliud tranſmittendum, ut perſpicere licet, ſi in obſcuro cubiculo illuminentur homogenea vel ſimplici Luce. Siquidem tunc depictæ apparent illo ſolo Colore, qui eas inluxerat: ille tamen in quadam poſitione vividior eſt & fulgentior quam in ceteris, prout ſubſtantiæ ipſæ aptæ ſunt ad magis vel minus reflectendum, aut tranſmittendum Colorem incidentem.

XII.

Hinc etiam optime ratio redditur inopinati experimenti, quod *Hookius* alicubi in ſua *Micrographia* ſe feciſſe refert cum duobus pellucidis vaſculis cuneiformibus, quorum alterum rubeo, alterum cæruleo liquore compleverat; videlicet, quod, quanquam unumquodque ſeorſum ſatis eſſet pellucidum, tamen, cum conjungebantur, opaca fiebant; nam, ſi alterum tantum rubeos, alterum tantum cæruleos Radios tranſmittebat, nulli utrunque tranſmeare poterant.

XIII.

Plura hujus generis exempla ſubjicere poſſem, ſed hoc univerſale pro coronide referam. Quod ſcilicet Colores omnium naturalium corporum hinc ſolum originem trahunt, quod hæc corpora ſint diverſimode conſtituta, ita ut unum Radiorum genus copioſius quam aliud reflectant. Cujus rei periculum feci in obſcuro cubiculo, ſuper hæc corpora conjiciens Radios ſimplices, at Coloribus diverſos. Etenim hoc pacto quodvis corpus quovis Colore donari poteſt. Tunc non habent Colorem proprium, ſed ſemper illum adoptant, quo Lux ſuperinjecta prædita eſt, hoc tamen cum diſcrimine, quod maxime fulgentia & vivida ſunt in Radiis ejus Coloris, quem ſub diurna Luce referunt. Ibi Minium omnes Colores quibus illuminabatur indiſcriminatim aſſumebat, magis tamen in rubeo renidebat. Pariter, pulvis cæruleus montanus Colores omnes, pro lubitu, induebat, quibus irradiabatur; at ſub violaceo-cæruleo erat fulgentiſſimus: unde conſtat Minium reflectere Radios cujuſvis Coloris, ſed abundantius rubros; quapropter, cum à diurnis Radiis, id eſt, ab omnigenis miſtis & confuſis illuſtratur, major rubrorum copia erit in Luce reflexa, &, quia prævalent, ob id ipſum, rubro Colore tinctum Minium oſtendent. Et eadem ratione, pulvis cæruleus montanus, reflectens maximam Radiorum cæruleorum copiam, cæruleus videtur, quod horum Radiorum numerus in Luce, quam reflectit, aliorum quantitatem longe ſuperat; ac ſimilia dicenda ſunt de ceteris corporibus. Hanc autem eſſe perfectam & adæquatam cauſſam Colorum, quos corpora præ ſe ferunt, vel ex eo conſtat, quod ea mutare aut adulterare Colores Radiis ſeorſum incidentibus inditos nullo pacto valent, ſed omnes illos, quibus irradiantur, indiſcriminatim induunt.

Quæ cum ita ſint, amplius non diſputabitur, utrum Colores in tenebris exiſtant; utrum viſorum objectorum Qualitates ſint; neque forſitan, utrum Lux ſit corpus. Et-

Etenim, cum Colores ſint Qualitates Lucis, eorumque plenum & immediatum ſubjectum ſint Radii Lucis, quomodo Radios ipſos qualitates eſſe putare poſſumus? Niſi forte Qualitas Qualitatis ſubjectum eſſe poteſt, illamque ſuſtinere; quod eſſet eam reipſa vocare Subſtantiam. Corpora pro Subſtantiis non haberentur ſine ſenſibilibus eorum Qualitatibus; & harum præcipua cum nunc reperiatur pertinere ad aliquid aliud, hoc ipſum ſane non immerito Subſtantiam credere poſſumus.

Præterea, quis unquam putavit Qualitatem eſſe aggregatum heterogeneum, quale Lux eſſe comperta eſt? Sed difficilius eſt accuratius determinare, quid ſit Lux; quomodo refringatur; & quibus Modis, aut Actionibus in Mentibus noſtris Colorum phantaſmata progignat: Ego vero incerta certis miſcere nolo.

Legens quæ ſcripſeram, animadverti quod oratio ipſa ducit ad nonnulla experimenta, quæ ad hujus rei examen ſufficiunt: Quapropter, deſcripto uno ex his, quæ jam innui, tibi amplius moleſtus non ero.

Obſcurato cubiculo, lignea feneſtra terebretur foramine, cujus diameter bene poteſt eſſe trientis pollicis, circiter, ut ſufficientem Lucis ſolaris copiam admittat; huic foramini aptetur Priſma perſpicuum, & Colorum expers, quo Lux ingrediens remotiorem cubiculi partem verſus refringatur, quæ, ut dictum eſt, hoc pacto in oblongam & coloratam imaginem diffundetur. Deinde Lens, cujus Radius ſit, circiter, trium pedum, (puta, latum tripedalis Teleſcopii vitrum objectivum,) collocetur ad quartum aut quintum a Priſmate pedem, per quam omnes Colores illi ſimul tranſmitti poſſint, & ab ea refracti convenire ad majus intervallum decem, vel duodecim pedum, circiter. Si ad hoc intervallum alba papyro Lucem illam excipias, videbis Colores, eo quod commiſti ſunt, rurſus in Albedinem converſos. Sed Priſma & Lens firmiſſime poſita ſint, neceſſe eſt, & papyrus, in quam Colores incidunt, ita moveatur, ut ad Priſma nunc accedat, nunc ab eo recedat; nam, hac motione, non ſolum invenies intervallum, ubi perfectiſſima eſt Albedo; ſed etiam obſervabis Colores gradatim coire, & in Albedinem evaneſcere; ac deinde, poſtquam ſeſe decuſſaverunt ubi Albedinem componunt, iterum ſegregari & divergere, & ordine inverſo eoſdem apparere, ac antequam coaleſcerent. Perſpicies etiam, quod ſiquem Colorem a Lente prohibeas, Albedo migrat in alios Colores. Quocirca, ut Albedinis compoſitio perfecta ſit, ſedulo curandum eſt ut Colores omnes in Lentem incidant. Sic in lineari hujus experimenti adumbratione, (*Fig.* 2. *Tab. I.*) A B C repræſentant Priſma prope foramen F ligneæ feneſtræ E G. Priſmatis angulus verticalis A C B non male erit ſexaginta graduum, circiter. Sit N M Lens lata pollicibus duobus cum ſemiſſe, vel tribus. S F una ex rectis lineis, per quas heterogenei Radii jugiter e Sole fluere concipiuntur. Sint F P, F R duo ex his Radiis inæqualiter refracti, qui, vi Lentis, convergunt Q verſus, &, poſtquam ſe decuſſaverunt, rurſum divergunt. Atque H I ſit papyrus ad plura a Lente intervalla, ſuper quam projiciuntur Radii colorati, qui in Q quidem Albedinem conſtituunt, ſed ſunt rubei, & flavi in R, *r*, & *ρ*, ac cærulei, purpureique in P, *p*, & *π*.

Si quis ad ſeverius examen revocare velit id; quod in Propoſitionibus tertia, & decima tertia aſſerui, quod ſcilicet Color quivis ſimplex nullo pacto mutari poteſt, ſciat omnino opus eſſe, ut cubiculum ſit perquam obſcurum, ne qua Lux per illud diſperſa, ſeſe Colori immiſcens, illum, contra tentantis vota, diſturbet, componat, corrumpat. Neque minus neceſſe eſt ut Colores perfectius ſeparentur, quam fieri poteſt ratione ſuperius deſcripta, ſcilicet unius Priſmatis Refractione; quomodo autem obtineri poſſint accuratiores hæ ſeparationes, facile perſpiciet is, qui jam detectas Refractionum leges conſiderabit. Sed, ſi periculum fiat in Coloribus non omnino ſimplicibus, immiſtioni concedendæ ſunt mutationes proportionales. Sic, ſi Radii flavi non ſimplices cadant ſuper cæruleum pulverem montanum, illum non omnino flavum, ſed potius viridem oſtendent; quia in flavo compoſito multi ſunt Radii viridiformes, &, cum Viriditas minus a vulgari hujus cærulei pulveris Colore differat quam Flavedo, Radii viridiformes copioſius ab illo reflectentur.

Haud

Haud ſecus, ſiquis ad examen revocaturus utrum, ut affirmavi, Colores priſmatici intercepti nullo pacto reparari poſſint ex aliis prætermiſſis, aliquem ex his Coloribus, puta, rubeum intercipiat; neceſſe eſt ut, vel Colores probe ſegregati ſint antequam rubeus intercipiatur; vel ſimul cum rubeo excludantur proximi Colores, quibus clam rubeus immiſtus eſt, (id eſt flavus, atque etiam fortaſſe viridis;) vel ratio habeatur rubei, qui prodire poteſt ex flavo-viridi, quatenus diffuſus erat, & paſſim hiſce Coloribus immiſtus; His vero diligenter obſervatis, invenietur, quod neque rubeus, neque alius quicunque Color interceptus reparari poteſt. Hæc, arbitror, ſufficiunt pro introductione ad hujus generis experimenta, quæ ſi quis e Regia Societate proſequi volet, quo ſucceſſu id fecerit ſcire peropto; ut, ſi quid vitioſum, aut huic narrationi contrarium videatur, occaſionem habeam aut accuratius indicandi quid circa hanc rem faciendum ſit, aut errores, ſi in aliquos incidi, cognoſcendi.

ARTIC. II.

Deſcriptio novi cata-dioptrici Teleſcopii inventi

AB ISAACO NEVVTONO

Regiæ Societatis Socio, & Mathematum Profeſſore in Univerſitate Cantabrigienſi.

Tranſ. Phil. 25. Menſ. Martii An. 1672. Num. 81. pag. 4004.

EXimius hic Mathematicus, cum nobis tradiderit in Tranſactionibus Menſis Februarii nuper præteriti rationem, qua inductus fuerat, ut de Teleſcopii *reflectentibus* cogitaret, pro *refringentibus*, nobis obtulit hoc opus conſpectu & notatu dignum, tanquam ſpecimen utilitatum, quæ ſperari poſſunt ex his Teleſcopiis; ex illo autem patet, quod Teleſcopiorum Tubi multo breviores reddi poſſunt, nullatenus diminuta augendi facultate.

Novum hoc inſtrumentum conſtat ex duobus e Metallo Speculis, altero concavo, (quod vitri objectivi munere fungitur) altero plano: habet præterea exiguam Lentem ocularem plano-convexam.

Hujus conſtructio facile, ope *Figuræ tertiæ Tab. I.* poteſt concipi; nempe quod Teleſcopii hujus tubus apertus eſt ad eam extremitatem, quæ ad objecta convertitur; quod altera extremitas clauſa eſt, ubi locatum eſt Speculum concavum, de quo ſupra meminimus; quod prope extremitatem apertam eſt Speculum planum ovale, quam poteſt, exiguum, quo minus impediat ingredientes Lucis Radios; & quod idem Speculum inclinatum eſt ſuperiorem Tubi partem verſus, quæ parvo terebrata eſt foramine munito Lente oculari; ita ut Radii a re perſpicienda prodeuntes prius incidant in Speculum concavum in imo Tubo poſitum, unde reflectuntur alteram Tubi extremitatem verſus, ubi intercipiuntur a plano Speculo oblique collocato, a quo reflexi diriguntur ad exiguam Lentem ocularem plano-convexam, atque adeo ad Spectatoris Oculum, qui deorſum verſus intuens, ea videt, ad quæ Teleſcopium converſum eſt.

Ut hæc plenius & melius intelligantur, Lector inſpiciat, ſi libet, Figuram ſupra citatam, in qua A B eſt concavum Speculum, cujus radius aut ſemidiameter eſt pollicum duodecim cum beſſe, vel tredecim.

CD aliud Speculum metallicum, cujus ſuperficies plana eſt, peripheria vero ovalis.

GD eſt filum ferreum, quod ſolide retinet annulum cupreum, & cui affixum eſt Speculum CD.

F parva Lens ocularis, plana ſuperius, & convexa inferius, cujus Radius eſt uncialis ($\frac{1}{12}$ Poll.,) vel etiam minor.

GGG pars anterior Tubi aperti, qui ita hæret annulo cupreo HI, ut moveri nequeat.

PQKL eſt poſterior tubi pars fixa alteri annulo cupreo PQ.

O uncus ferreus firmiter aptatus annulo PQ, & cochlea N inſtructus, qua poſterior Tubi pars procedere, vel retrocedere poteſt, ut hac ratione Specula juſto intervallo ab invicem diſtent.

MQGI eſt uncus ferreus tubum ſuſtinens, & clavo R affixus globo tubuloque S, quo Tubus quoquo verſus converti poteſt.

Centrum Speculi plani CD debet eſſe in axe Tubi, & in illo quidem puncto, in quo cadit perpendicularis ad axem ducta a centro exigui vitri ocularis: hoc autem punctum hic deſignatum eſt litera T.

Si quis intelligere volet, quam diſtincta Teleſcopium hoc repræſentet objecta, quam a Coloribus immunia, & quanto hiatu Lucem admittat, invicem conferat intervalla, quibus Focus E diſtat a verticibus exigui vitri objectivi, & Speculi concavi; ſcilicet EF longa eſt pollicis ſextante; & ETU ſex pollicibus cum triente; unde eruitur ratio ut 1 ad 38: Hinc liquet quod objecta, circiter, triginta & octo vicibus majora fiunt, & quod eorum diameter videtur per hoc Teleſcopium duabus vicibus cum ſemiſſe major quam per vulgare Teleſcopium bipedale.

Hactenus de hujus Teleſcopii conſtructione; Materiam quoque metallicam aptam ad hæc reflectentia Specula conficienda Inventor in conſiderationem accepit, & hoc præcavendum præſcripſit, ne, dum quæritur metallica miſtura alba, firma, & durabilis, negligatur copia tenuiſſimorum pororum Microſcopio tantum viſibilium, quibus hæc miſtura plena eſſe poteſt: Nam, quamvis Metallum probe politum videri poſſit, tamen tenuium pororum oræ citius, dum politur, terentur, quam aliæ ejus partes; & ea de cauſſa Metallum, quantumvis politum videatur, tamen Reflexionem minus accuratam, quam erat in votis, conficiet. Sic Biſmuthum miſtum cum vulgari ære campano, æs illud reddit candidius aptumque ad majorem Lucis vim reflectendam; attamen fumi, qui, dum funditur, extolluntur tanquam aereæ bullulæ, Metallum microſcopicis illis poris totum complent: Album autem Arſenicum, utramque rem ſimul præſtat, ſiquidem Metallo candorem affert, nec ſoliditatem aufert, poroſque non inducit, præſertim, ſi fuſura nimis violenta non fuerit. Monuit etiam Stellatum-Regulum Martis (quo aliquoties uſus eſt) ſeu potius aliquam ſimilem ſubſtantiam merere accuratum examen.

Addidit præterea, quod Pulvis e Stamno uſto, ſive quis huic ſimilis, quo Metallum politur, illud, niſi ſubtiliſſimus ſit, arat acutis particularum ſuarum angulis, & complet tenuioribus illis poris, de quibus meminimus. Quapropter, antequam judicium feratur, ſedulo diſpiciendum eſt utrum Metallum per totam craſſitiem ſuam poroſum ſit, necne.

Cum, ut ait, Arſenicum & Metallum diverſis proportionibus non miſcuerit, determinare nequit quænam miſtura ſit omnium optima, ſed arbitratur bene adhiberi poſſe Cupri quantitatem pondere ſextuplam aut octuplam quantitate Arſenici, cujus major copia Metallum fragile reddit.

En rationem, qua id perfecit. Primo Cuprum ſeorſum liqueſecit, deinde addidit Arſenicum, quo liquefacto, hæc duo pauliſper agitavit ut commiſcerentur, cavens interea ne pernicioſos vapores hauriret ſpiritum prope miſturam ducens. Poſtea Stamnum immiſit, & rurſus omnia miſcuit ſimul ac Stamnum liquatum fuerat, (quod breviſſimo tempore accidit,) & ſtatim miſtionem effudit.

Se neſcire fatetur, utrum, miſtione diutius ſuper ignem relicta poſt injectum

Stamnum,

Stamnum, vehementior fuſura poris Metallum complere poſſit; ſed hanc, (qua uſus eſt,) agendi rationem tutiorem opinatur.

Adjicit Speculum illud, quod *Londinum* miſerat, Arſenico carere, ſed exiguam Argenti quantitatem continere, nempe, (quantum meminiſſe poterat) *chellinum* unum inter tres Metalli uncias. Sibi tamen videri Argentum plus obeſſe, eo quod Metallum magis molle reddat & minus aptum polituræ ſuſcipiendæ, quam prodeſſe, eo quod candidum nitidumque efficiat.

Aliquando miſcuit unam Arſenici unciam cum ſex unciis Cupri, & duabus Stamni; quæ miſtura ab Amico, ut audivit, melius quam alia polita fuit.

Objectum fuerat, quod difficile eſt hiſce Teleſcopiis res, quas quis intueri cupit, reperire; reſpondet, incommodum iſtud commune eſſe Tubis omnibus valde res augentibus; illud tamen modico uſu diminui, ſiquidem ipſe facile invenire poteſt ſub diurna Luce, quidquid videndum ſibi proponit, dummodo noſſet quem obtinebant ſitum relate ad alia, quæ fortuito in Teleſcopio ſuo videbat; ſed, noctu Stellas invenire fatetur eſſe difficilius: tamen putat hoc incommodum facile ſubmoveri poſſe duabus dioptris affixis ferreæ virgæ, qua Tubus ſuſtinetur, ſive vulgari Speculo hærente ferreæ compagi Tubum ferenti, & directæ idem Objectum verſus, juxta deſcriptionem, quam *Carteſius* attulit in ſua *Dioptrica*, ut levaretur idem incommodum, quod in melioribus ejus Teleſcopiis occurrebat.

Hactenus Inventoris epiſtola de hoc inſtrumento, cujus deſcriptionem cum miſiſſemus *Criſtiano Hugenio Zulichemio*, ex eo hoc reſponſum accepimus literis datis A. D. 13 Februarii An. 1670. *ſt. n.*

ARTIC. III.

Teleſcopium hoc probatur a Chriſtiano Hugenio Zulichemio.

Tranſ. Phil. Menſ. Mart. An. 1672. Num. 81. pag. 4008.

EX deſcriptione admirandi Teleſcopii a *Nevvtono* inventi, quam mihi miſiſti, video illum recte obſervaviſſe commoda, quibus Speculum concavum ſuperat, in colligendis Radiis parallelis Lentem convexam; quæ quidem commoda, juxta rationem quam ipſe ſubduxi, certe maxima ſunt. Hinc fit, ut longe magis patulum haberi poſſit Speculum iſtud, quam Lens objectiva æquediſtantem Focum habens, &, idcirco, ut hac ratione objecta multo majora reddi poſſint quam vulgatis Teleſcopiis. Præterea, hoc pacto vitatur vitium, quod ſemper ineſt vitris objectivis convexis, quod ſcilicet eorum duæ ſuperficies alia ad aliam inclinatæ ſunt; unde corrumpitur Refractio Radiorum, qui tranſeunt per vitrorum latera; hoc autem damnum majus eſt, quam reputatur. Inſuper metallicum Speculum mera Reflexione tot Radios non intercipit, quot vitrum, cujus ſingulæ ſuperficies ingentem Radiorum copiam reflectunt, & cujus materia opaca plures de medio tollit.

Veruntamen opus & labor erit invenire ad Speculum conflandum materiam, quæ æque bene atque nitide perpoliri poſſit ac vitrum, & rationem dandæ hujus expolitionis figura ſphærica non vitiata. Hucuſque mihi non occurrerunt Specula, quæ propius a vitri politura abeſſent; &, niſi *Nevvtonus* jam novit meliora ſibi parare, timeo ne Teleſcopium hoc res minus diſtinctas, quam Teleſcopia vitris inſtructa, repræſentet. Operæ tamen pretium eſt ſedulo inveſtigare quomodo huic incommodo ſubveniatur; & non dubito quin id aſſequi poſſimus. Credo equidem quod *Nevvtonus* non neglexit animadvertere utilitates, quibus Speculum parabolicum ſphærico antecelleret in Teleſcopio ſic conſtituto; ſed eum puto, non ſperare futurum ut, quantum opus eſt, accuratæ obtineantur ſuperficies a ſphærica diverſæ. Ego ſane

Digitized by Google

ne id non ſpero; quanquam facilius haberi poſſint ſuperficies parabolicæ, quam ellipticæ aut hyperpolicæ, ob quandam Conoidis parabolici proprietatem, quod nempe omnes ſectiones axi parallelæ eandem Parabolam reſtituunt.

* Hactenus *Hugenii* epiſtola Hominis acumine digniſſima, ad cujus ultimam partem, quæ agit de formandis conoidibus parabolicis, reſpodit *Nevvtonus* literis ad Editorem datis A. D. viceſimum Februarii 1671. *ſt. v.*, quod, quanquam ipſe, non magis quam *Hugenius*, ſperet opus perfici poſſe regulis geometricis, tamen non dubitat quin aliquo pacto res mechanicis artificiis perficiatur.

Hiſce omnibus ſubdere libet excerptum epiſtolæ nuperrime (A. D. undeviceſimum Menſis Martii) ab Inventore novi hujus Teleſcopii e Cantabrigia, hoc exemplo datæ.

ARTIC. IV.

Quædam ad idem inſtrumentum pertinentia conſcripta ab Iſaaco Nevvtono. Ibidem.

Ultima, quam ad te dedi, epiſtola locum tibi præbuit verendi ne vel inſtrumentum a me miſſum aliquo pacto vitiatum eſſet, vel Metalli nitor hebetatus; tuæ vero literæ mihi rem ſe ita habere prorſus perſuaſerunt: Nam, dum apud me erat, nonnullas Lunæ partes æque diſtinctas repræſentabat, ac vulgaria Teleſcopia, quæ res, quantum hoc, augent. Probe tamen ſcio hoc inſtrumentum imperfectum eſſe, & quatenus optima non eſt Metalli compoſitio, & quatenus mala eſt fuſura, ut cognoſcere potes tum ex aſperitate, quæ eſt circa Speculi meditullium qua politum eſt, tum ex figura ejus prope hanc aſperitatem; in quibus omnibus inſtrumentum hoc perfici poteſt.

Monere videris, quod ratio 38 ad 1 locum ſolum habet, cum res augendæ non niſi parum a Teleſcopio diſtant. Sed, ſi noſtrum hoc iſtam incrementi proportionem ſervat in exiguis intervallis, puta, quingentorum pedum; certe per Regulas opticas augebit objecta ſita ad intervalla, quæ maxima concipere licet, pluſquam in ratione $37\frac{3}{4}$ ad 1; quæ diminutio adeo parva eſt, ut ſumi poſſint integri numeri 38 ad 1.

Hic aliud iſtrumentum confecimus primo ſimile, quod optime ſucceſſit. Heri illud comparavi cum Teleſcopio ſex pedum, & comperi noſtrum tum magis augere, cum diſtinctius res oſtendere: Hodie perſpicio, quod illo perlegere poſſum Tranſactiones philoſophicas a me centum pedibus diſſitas, & nonnulla verba ad pedes centum cum viginti. Cum hæc tentavi, ejus hiatus (prope Oculum definitus) major erat quam qui æquipolleret Speculi objectivi trienti cum pollice. Quod non inutile erit iis, qui Reflexionibus operam dare volent; hinc etenim aliquatenus judicare poterunt de perfectione inſtrumentorum, quæ confecerint.

A R T.

* His omnino ſimilia perſcripſerat *Hugenius* ad Auctorem Diarii Eruditorum. Vide *Hugenii Opera Omnia* Edit. Lugduni Batavorum 1724. Tom. IV. pag. 757., & *Diar. Erud.* 29. Februarii An. 1672. pag. 26.

ARTIC. V.

De Cometa, qui viſus fuit Anno 167$\frac{1}{2}$, *hæc a* Nevvtono *relata habentur in Tranſactionibus Philoſophicis.*

Tranſ. Phil. An. 1672. Menſ. Num. 81. pag. 4018.

ISaacus *Nevvtonus* circa diem decimum ſextum Menſis Martii *ſt. vet.* vidit obſcuram Stellam ad partem, quæ media eſt inter Meridiem, & Orientem *Perſei*, quam nunc arbitratur fuiſſe Cometam hujus Anni. Erat valde parvus, & eum diutius non obſervavit, quia nullam ſenſibilem caudam habebat.

ARTIC. VI.

ISAACI NEVVTONI

Epiſtola ad Editorem data A. D. viceſimum ſextum Menſis Martii An. 1672. *continens nonnullas admonitiones ad novum ſuum Teleſcopium pertinentes, & Tabulam hiatuum ad diametrorum Lentium ocularium pro variis hujus inſtrumenti longitudinibus.*

Tranſ. Phil. 22. Menſis Aprilis An. 1672. Num. 82. pag. 4032.

POſt ultimam meam Epiſtolam iterum ambo Teleſcopia comparavi, & inveni quod Teleſcopium ex Metallo, tum Lunam, tum quæ propinquiora ſunt, aliquanto magis, quam alterum, diſtinta repræſentat. Sed fatendum eſt, mihi non ſatis perſpectum eſſe quam bonum ſit iſtud alterum, quod ad comparationem hanc faciendam ſum mutuatus; quapropter velim ut magis confidatur in alio experimento, quo ſcilicet Amici aliquot & ego perſpeximus nos legere poſſe Tranſactiones a nobis centum, aut centum & viginti pedibus remotas; ut dimetiendo intervallum comperi. Tunc autem collegi aperturam eſſe unius pollicis cum triente ex experimentis, quæ me docuerunt, quod opus erat obſtaculo iſtius latitudinis, ut removeretur tota Lux, quæ ab aliquo proſpectæ rei puncto profluebat.

Fatear etiam, quod plana Lamella ex Metallo, quæ ponitur prope vitrum objectivum, perfecta figura prędita non eſt; unde fit, ut rerum viſarum meditullium minus diſtinctum appareat, quam extremitates. Spero autem futurum, ut, correcta hujus lamellæ figura, (quod quidem præter opinionem difficile mihi videtur,) ea, quæ per Teleſcopium hoc inſpiciuntur ubique diſtincta, quinimo magis diſtincta in meditullio quam circa oras, repræſententur; & pro certo habeo effectus majores exorituros.

Sed comperio plus Lucis perire Metalli, quod hactenus adhibui, Reflexione, quam tranſmiſſione per vitra: quapropter breviores Lentis ocularis diametri longioribus præferendæ videntur pro objectis obſcuris; poſito quod Teleſcopium res augeat triginta quatuor, vel triginta duabus vicibus. Quæ vero fulgent ad quodvis intervallum poſita, videntur hoc eodem Teleſcopio poſſe perſpici majora triginta & octo, vel quadraginta vicibus, & quidem ſatis diſtincta. Tamen arbitror, quod eadem Lentium ocularium diameter adhiberi bene poſſet pro quibuſcunque, ſi cha-

Digitized by Google

chalybea materies, qua Londinenſes utuntur, fortius refringeret, quam illa, quam ipſe uſurpavi.

Cognitis effectibus unius ex hiſce inſtrumentis cujuſvis longitudinis, ex Tabula ſuppoſita perſpicere licet, quid ex aliis ſimilibus, ſed longitudine diverſis, expectandum ſit, dummodo Ars præſtare poſſit, quæ Theoria pollicetur. Prima Columna exhibet Teleſcopii longitudines per pedes dimenſas, quæ duplicatæ dant ſemidiametros Sphæræ, cujus figura concavo Metallo tribui debet. Secunda Columna continet hiatuum rationes pro quaque longitudine. Tertia denique refert proportiones diametrorum, Sphærarum, quibus convexæ Lentium ocularium ſuperficies ſunt definiendæ.

Longitudines	Hiatus	Diametri
$\frac{1}{2}$	100	100
1	168	119
2	283	141
3	383	157
4	476	168
5	562	178
6	645	186
8	800	200
10	946	211
12	1084	221
16	1345	238
20	1591	251
24	1824	263

Uſus hujus Tabulæ melius exemplo patebit: quocirca ſuppone Teleſcopium ſemipedale, cujus hiatus ſit unius pollicis, tricies augere, & quidem diſtincte, objectum aliquod; & quæratur, quænam futura ſit analoga conſtitutio, atque quinam effectus Teleſcopii quadripedalis: Habes ex Columna ſecunda, ut 100 ad 476, ita hiatus ad hiatum, ita etiam numerus ad numerum vicium, quibus hoc Teleſcopium auget. Quocirca, cum Teleſcopium ſemipedale habeat hiatum unius pollicis, & tricies majora oſtendat objecta, Teleſcopium quatuor pedum habere per analogiam debebit hiatum pollicum $4\frac{76}{100}$, & augere 143 vicibus. Ex tertia vero Columna habes ut 100 ad 168, ita diametri Lentium ocularium: Atque adeo, quoniam diameter convexitatis vitri ocularis pro Teleſcopio ſemipedali longa eſt pollicis quincunce, pro Teleſcopio quatuor pedum ea eſſe debebit $\frac{168}{100}$ poll., hoc eſt, trientis pollicis, circiter; & ſic de aliis longitudinibus. Quis autem eventus reipſa futurus ſit, expectandum eſt ut ab experimentis determinetur. Hæc innuere tantum utile ſum arbitratus, ut ii qui volent periculum facere quid valeant Teleſcopia aliarum longitudinum, facilius ſciant quomodo inſtrumenta inſtituenda ſint. Exemplo ſit Teleſcopium quatuor pedum: quia ejus hiatus eſſe debet quinque vel ſex pollicum, opus eſt lamina ex Metallo lata, ſaltem, ſeptem vel octo pollicibus, quia circa extremitates difficile figuram neceſſariam induet. Metalli craſſities ita latitudini ſit accommodata, ut Metallum, dum teritur, non incurvetur. Eo perpolito, plures Lentes oculares tentandæ ſunt, ut dignoſcatur quænam diameter utilius adhiberi poſſit.

A R-

ARTIC. VII.

Excerptum ex altera Epiſtola eiuſdem Nevvtoni *ad Editorem data A. D. triceſimum Menſis Martii An. 1672, qua reſpondetur ad aliquas Objectiones, quas acutus quidam Philoſophus Gallus in novum Teleſcopium reflectens fecerat.*

Tranſ. Phil. An. 1672. Menſ. Apr. Num. 82. pag. 4034.

DOMINE

PErſuaſum habeo ipſum M. A. faſſurum Reflexionis commoda theoretice conſiderata eſſe maxima, cum ſciet diverſos Lucis Radios *diverſa Refrangibilitate* præditos eſſe. Sed, quod pertinet ad praxin, inſtrumenta jam confecta aliquatenus patefaciunt quam vivide reflectens, & quam fulgens metallica ſubſtantia politione reddi poſſit. Neque a veriſimili alienum eſt, quod invenire licet novas Metallorum expoliendorum rationes longe præcellentes hiſce, quas nunc adhibemus. Cum vero Metallum ſemel probe politum habetur, diutius nitidum ſervabitur, dummodo ab humiditate & ab aere diligenter defendatur. Etenim Metallorum nitor præcipue videtur hebeſcere, eo quod humiditas ſuper expolitam ejus ſuperficiem denſatur, illamque acidis quibuſdam ſpiritibus, quibus athmoſphæra tota fœta eſt, corrodit & ærugine inducit; vel, ſaltem, quod humiditas evaneſcens ſuperficiem illam relinquit obductam tenui pellicula, quæ concreſcit, partim ex terreſtri humiditatis fæce, partim ex pulvere, qui per aerem circumvolitans, Metallo inſidet atque adhæret.

Quando non eſt, cur ſæpius hoc utaris inſtrumento, ſunt aliæ rationes Metalli diutius præſervandi; velut, fortaſſe, ſi illud vini ſpiritu vel alio non inepto liquore demerſum ſerves. Si vero hebetatur ejus fulgor, reſtitui poteſt fricando Metallum molli corio, aut alia ſimili re, nullis adhibitis pulveribus excoriantibus, dummodo æruginem non contraxerit; tunc enim iterum expoliendum eſt.

Certo novi minus Lucis a Metallo reflecti, quam a vitro tranſmitti; & huic incommodo remedium allaturus, in ultima mea epiſtola dixi breviores diametros tribuendas eſſe Lentibus ocularibus pro hiatuum ratione, quam quas tribuere mos eſt in aliis Teleſcopiis. Veruntamen, cum invenerim aliquas metallicas ſubſtantias, quæ fortius reflectunt, melius poliuntur, & difficilius hebetantur, quam aliæ; ſpero futurum ut, lapſu temporis, aliæ detegantur magis ab his incommodis immunes, quam quæ hactenus uſurpatæ fuerunt.

ARTIC. VIII.

ISAACI NEVVTONI

Obſervationes in partem Epiſtolæ ſcriptæ a Bercæo *& editæ in* octavo Gallico commentario *de* Catadioptrico Teleſcopio, *quod aſſeritur perfectius & abſolutius redditum a* Caſſegrainio.

Tranſ. Phil. 20. Menſ. Maji An. 1672. Num. 83. pag. 4056.

UT Lector melius judicare poſſit de hoc negotio, conferens inventum *Caſſegrainii* cum invento *Nevvtoni*, neceſſe eſt ex Gallicis commentariis mutuare, quæ de iſta re ibi habentur; ſunt autem ſequentia.

Digitized by Google

Tibi mitto (ſcribit *Bercæus* ad hujus ſcripti Editorem) exemplum literarum, quas *Caſſegrainius* ad me dedit, & in quibus agit de proportionibus Tubæ inventæ a *Samuele Morelando*. De *Nevvtonii* Teleſcopio, res prorſus inopina viſa eſt, & tum me, tum illum qui Tubæ proportiones detexit, perculit. Nam, ipſe ante hos tres menſes mihi miſerat Figuram Teleſcopii a ſe excogitati, & huic omino ſimilis; ſed quod magis ingenioſum videtur.

Ecce tibi brevem illius deſcriptionem.

Eſt A B C D (*Fig.* 4. *Tab. I.*) fortis tubus, in cujus infima parte eſt Speculum concavum C D perforatum circa meditullium E.

Sed F eſt Speculum convexum, cujus convexitas ita eſt diſpoſita, ut reflectat imagines, quas recipit a magno Speculo, foramen E verſus, ubi locata eſt Lens ocularis, per quam diſpiciuntur objecta.

Commoda, quibus Teleſcopium hoc anteire *Nevvtonianum* mihi videtur, ſunt hæc.

Primum eſt, quod os vel hiatus A B poteſt eſſe quantælibet amplitudinis; & idcirco tot Radiis illuſtrari poteſt Speculum concavum, quot Speculum Teleſcopii, cujus deſcriptionem nobis impertitus es.

Secundum autem eſt, quod Radii plane ſecundum Naturæ leges reflectentur, nempe circa axem ipſum, & idcirco magis vivide.

Tertium denique, quod aſpectus jucundior eſt; ſiquidem Spectatorem non offendit nimia Lux, quia imum inſtrumentum C D totum vultum abſcondit. Præterea, iſto facilius, quam *Nevvtoniano*, detegentur res, quas intueri volumus.

Hæc Gallus Auctor; quibus ſubnectemus *Nevvtoni* animadverſiones, prout eas ab eodem accepimus Epiſtola data *Cantabrigiæ* A. D. quartum Menſis Maii An. 1672, hoc exemplo.

ARTIC. IX.

Ibidem pag. 4057.

DOMINE

Jucundiſſimum ſane eſſet, ſiquid perfectionis Catadioptricum Teleſcopium caperet; ſed vereor ne ſpem fallat illud, cujus deſcriptionem, (ut ex te didici,) edidit *Caſſegrainius* ante hos tres menſes, & nuper typis mandavit inter Gallicos commentarios.

Etenim, cumprimum ad Reflexionum effectus expendendos me tradidi, offendi *Opticam promotam Gregorii*, (qui liber typis editus fuit Anno 1663,) ubi eſt inſtrumentum, (deſcriptum *pagina* 94.) illi ſimile, quod communicavit *Caſſegrainius*, habens nempe foramen in medio Metallo objectivo, ut Lux tranſire poſſit ad vitrum oculare collocatum poſt Speculum: Hinc anſam arripui harum conſtructionum conſiderandarum; eaſque his incommodis obnoxias comperi.

Primo, plus Lucis in Metallo amittetur, cum ea reflectetur a parvo convexo Speculo, quam cum a plano ovali; Siquidem, paſſim obſervatur, quod major Lucis copia reflectitur a quolibet corpore, quando in illud obliquiſſima, quam poteſt, incidit.

Secundo, Speculum convexum Radios non reflectet æque bene ac planum ovale, niſi habeat figuram hyperpolicam, quæ longe difficilius, quam plana, obtinetur; &, quantumvis accurata, rite non reflecteret niſi Radios pertinentes ad Axem.

Tertio, errores a convexo Speculo creati valde augebuntur ob nimium intervallum, quod Radii a Speculo reflexi peragere debent, ut ad Lentem ocularem perveniant. Qua de cauſa opinor, quod (in meo Teleſcopio) cavendum eſt ne tubus fiat

Digitized by Google

fiat majoris diametri quam neceſſitas poſtulat, ut vitrum oculare ſit plano ovali, quantum fieri poteſt, proximum, neque tamen Lux utilis impediatur quominus ad Metallum objectivum perveniat.

Quarto, errores, quos Metallum objectivum inducit, magis augebuntur, ſi Radii reflectantur a convexo, quam ſi reflecterentur a plano, quia convexum undique recedit & deflectitur a punctis, in quæ ſinguli Radii deberent incidere.

Quinto, hiſce de cauſſis neceſſe eſt figura exigui Speculi convexi ſit præter modum accurata & ad unguem facta; tametſi experientia comperio multo difficilius exigua iſta, quam grandiora, in accuratam figuram tornari.

Sexto, quoniam errores, quos circa perimetrum concavi objectivi Metalli figura producit ob idipſum quod ſphærica eſt, multo majores fiunt a convexo; objectivi latitudo tanta, quanta in altera conſtructione, eſſe non poterit, quin objecta male diſtincta repræſententur.

Septimo, quia exiguum Speculum convexum magis conducit ad vim augendi, quam planum ovale, inſtrumentum ſic conſtructum multo magis, quam aliud augebit objecta pro ratione Sphæræ, in quam magnum Metallum concavum formatum eſt; cumque objecta multo majora reddat, quam deberet pro hiatus ratione, ea repræſentabit valde obſcura & tenebricoſa, & etiam confuſa: Cui incommodo nulla ratione concinne ſubveniri poteſt. Nam, ſi exiguum Speculum convexum facimus latioris Sphæræ, majus incommodum creabit intercipiendo nimiam quantitatem meliorum Radiorum; ſi diameter Lentis ocularis minor ſit, quam opus eſt, eo ipſo angulus Viſionis evadet adeo parvus, ut futurum ſit negotium difficultatis & incommodi pleniſſimum, detegere objecta, quorum, poſtquam inventa erunt, valde exigua pars uno intuitu diſpicietur.

Hinc intelligere potes, quod tria commoda, quæ ſibi proponit *Caſſegrainius*, ſunt potius incommoda. Nam, juxta conſtructionem, hiatus inſtrumenti erit anguſtus, objecta obſcura & confuſa, & etiam inventu difficilia. Neque video, quomodo Reflexio fiat circa axem ipſum, & ſecundum Naturæ leges potius in hoc inſtrumento quam in alio; ſiquidem axis ipſe Oculum verſus reflectitur ab ovali plano Speculo, & Lux externa removeri ab Oculo poteſt tubi latere æque bene ac fundo.

Vides igitur hujus Teleſcopii commoda nulla eſſe, ſed incommodum tantum forè, & quidem inevitabile, ut timeam ne in uſum utiliter cedere poſſit. Et, cum reputo hoc Teleſcopii genus magis obvium eſſe quam alterum, ut vel inde conſtat quod hoc aliis antea inventis ſimile eſt, fere inducor ut credam eos, qui aliquid in Catoptricis moliti ſunt, omnes primum expertos eſſe quid hoc præſtaret, &, quoniam iis res male proceſſerat, hinc factum eſſe ut hactenus reflectentibus Teleſcopiis caruerimus.

Nam, *Gregorius* de hiſce inſtrumentis agens in libro ſuperius citato (*pag.* 95.) ait; *De Mechanica horum Speculorum & Lentium ab aliis fruſtra tentatæ ego, in Mechanicis minus verſatus, nihil dico.* Igitur tentata eſt horum Teleſcopiorum confectio, ſed incaſſum. Et audivi quod *Gregorius* ipſe ante hos ſeptem vel octo annos, unum ſex pedes longum *Londini* faciendum curavit a *Reiveo*, quod arbitror factum juxta deſcriptionem in libro illo editam; ſed, quamvis ab Artifice ſane perito conficeretur, ſucceſſu caruit.

Quapropter optarem *Caſſegrainium* hujus conſtructionis periculum feciſſe antequam eam vulgaret: quod ſi facere volet in poſterum ſibimet ſatisfacturus, arbitror futurum ut eventus eum doceat quam parvi momenti ſint cogitationes hujuſmodi, donec actu quis illas exſequatur.

ARTIC. X.

Proponuntur nonnulla experimenta pertinentia ad Nevvtoni Theoriam de Luce *editam ſub Num.* 80. *cum animadverſionibus in hac experimenta factis ab Auctore hujus Theoriæ, & communicatis Epiſtola data* Cantabrigiæ *A. D. decimum tertium Menſis Aprilis An.* 1672.

Tranſ. Phil. Menſis Maji An. 1672. Num. 83. pag. 4059.

I.

Contrahatur Solis Lux abſque ligneæ feneſtræ foramine, & ponatur Priſma inter Lentis Focum & foramen, de quo mentio fit in *Nevvtoni* Theoria *de Luce*.

II.

Ambæ Priſmatis extremitates obtegantur Papyro ad varia a Priſmatis meditullio intervalla poſita; aut annulis mobilibus, ut ſic diſpiciatur quomodo Figuræ longitudo mutetur, aut dividatur, in qua inſiſtitur in dicta Theoria.

III.

Ita Priſma convertatur, ut, meditullio immoto, ejus extremitates in orbem ferantur.

IV.

Priſma propellatur ita, ut primo altera ejus extremitas, deinde meditullium, denique altera extremitas tranſeat ante foramen, eodem ſervato paralleliſmo.

ARTIC. XI.

Animadverſiones in experimenta ſuperius propoſita.

Ibidem pag. 4060.

Illi, qui hæc experimenta propoſuit, iſtud, opinor, conſilium fuit, ut eorum eventus diſerte explicatos haberet una cum obſervationibus, quæ ad illa pertinentes obviam ſeſe fecerunt.

De *primo*, notavi Solis imaginem, in papyro ad Lentis Focum poſita incidentem, extenſam fuiſſe ab interpoſito Priſmate in longitudinem proportionalem Priſmatis Refractioni, aut diſtantiæ a Foco. Præcipue vero animadvertendum hic occurrit, (quantum memini,) quod rectilinea oblongæ imaginis latera magis erant diſtincta, quam cum Lens adhibita non fuerat.

Cum in mentem revocarem, quod Radii a *Venere* prodeuntes multo minus alius alium verſus inclinantur, quam qui ex oppoſitis diſci Solaris partibus procedunt; *Veneris* Lucem ad unum & alterum experimentum uſurpavi. Ut autem ſatis virium haberent, neceſſarium duxi eos prius patula Lente colligere, ac deinde, inſerto Priſmate inter Lentem ejuſque Focum eo intervallo ut tota Lux per Priſma tranſire poſſet; comperi Focum, qui antea videbatur tanquam punctum lucidum, a Priſmatis Refractione in longam fulgentem lineam produci.

Sta-

Statueram aliquoties experiri quam figuram Stella fixa perſpecta per longum Teleſcopium a Priſmate inter Teleſcopium Oculumque poſito mutuaretur: Sed eventum ex Veneris nudo Oculo conſpectæ facie præſentio.

Circa *ſecundum* experimentum obſervavi, aliud agens, latitudinem ſolaris imaginis, tectis papyro, nunc ad Priſmatis meditullium propiore nunc remotiore, illius extremitatibus augeri vel minui pro ratione detectæ partis Priſmatis, longitudine nullatenus mutata: quod, ſi detecta Priſmatis pars utrinque augebatur, utrinque in eadem ratione, & nunquam magis, Solis imago dilatabatur.

De *tertio* loquar alteri reſpondens, ubi deſcriptos reperies effectus productos a duobus Priſmatibus quomodocunque ſeſe decuſſantibus. Si vero unum Priſma in gyrum agatur, colorata imago e loco in locum dumtaxat transferetur, deſcribens in pariete, in quam projicitur, aut circulum aut aliquam aliam ſectionem conicam, neque ullam, quoad figuram, mutationem patietur, niſi quas fortaſſe inducat parietis obliquitas, ſive fortuita immutatio anguli, quem Priſmatis ſuperficies efficit cum Radiis ſolaribus.

Experimenti *quarti* ſucceſſum jam innui, cum ſignificavi Lucem tranſeuntem per inæqualiter craſſas Priſmatis partes eadem exhibere phœnomena.

Nota: Longiores duorum Priſmatum axes, in experimento deſcripto, ſunt invicem paralleli; cetera ad eorum poſitionem pertinentia melius intelliges ex hoc Schemate (*Fig.* 5. *Tab. II.*) in quo E G denotet ligneam feneſtram.

F foramen, quo terebrata eſt, & per quod Lux ad Priſmata fertur.

A B C primum Priſma, quod Lucem refringit P T verſus, ibique Colores in oblongam imaginem diductos pingit.

$\alpha\beta\gamma$ ſecundum Priſma, quod rurſus refringit Radios, ſed ad contrarias partes Q verſus, ubi longa imago P T in rotundam contrahitur.

Suppono planum $\alpha\ \gamma$ parallelum B C, & $\gamma\ \beta$ ipſi A C, ut Radii æqualiter ad contrarias partes a duobus Priſmatibus, refringantur. Præterea, Priſmata invicem quamproxima eſſe debent; ſi enim magno diſtarent intervallo, Colores in Luce apparerent, antequam ea in ſecundum Priſma incideret; tunc autem hi Colores per contrariam ſecundi Priſmatis Refractionem non deſtruerentur. Et, ſi Lens ponatur in foramine F, aut ſtatim poſt Priſmata, ita ut ejus Focus ſit ad ipſas imagines Q, aut P T, perimeter imaginis Q, & rectilinea latera imaginis P T multo diſtinctius terminata videbuntur, quam ſi Lens abeſſet.

ARTIC. XII.

Epiſtola latino ſermone ad Editorem ſcripta A. D. nonum Menſis Aprilis An. 1672. n. ſt. *ab* Ignatio Gaſtone Pardies P. *Mathematum Profeſſore in Pariſino Claromontii Collegio, continens adimadverſiones in* Iſaaci Nevvtoni *Mathematum Profeſſoris in Univerſitate Cantabrigenſi, Theoriam de Luce editam ſub* Num. 80.

Tranſ. Phil. 17. Menſ. Jun. An. 1672. Num. 84. pag. 4087.

Legi ingenioſiſſimam hypotheſim de Lumine & Coloribus Clariſſimi *Nevvtoni*; &, quia nonnullam ego operam dedi in iſta contemplatione atque experimentis peragendis, perſcribam ad Te pauca, quæ mihi circa novam illam doctrinam occurrerunt.

Circa ipſam Luminis naturam illud profecto extraordinarium videtur, quod ait Vir Eruditiſſimus, Lumen conſtare ex aggregatione infinitorum propemodum Radiorum, qui ſuapte indole ſuum quiſque Colorem referant retineantque, atque adeo nati apti ſint certa quadam & peculiari ratione plus alii, alii minus refringi: Radios ejuſmodi, dum promiſcui in aperta Luce confunduntur, nullatenus diſcerni,

ſed

Digitized by Google

ſed Candorem potius referre: in Refractione vero ſingulos unius Coloris ab aliis alterius Coloris ſecerni, & hoc modo ſecretos ſub proprio & nativo Colore apparere: ea corpora ſub aliquo Colore, verbi gratia, rubro videri, quæ apta ſint reflectere aut tranſmittere Radios ſolummodo rubros, &c.

Iſthæc tam extraordinaria hypotheſis, quæ Dioptricæ fundamenta evertit, praxeſque hactenus inſtitutas inutiles reddit, tota nititur illo experimento Priſmatis cryſtallini, ubi Radii per foramen feneſtræ intra obſcurum Cubiculum ingreſſi, ac deinde in parietem impacti, aut in charta recepti, non in rotundum conformati, ut Cl. *Nevvtono* ad regulas Refractionum receptas attendenti expectandum videbatur, ſed in oblongam figuram extenſi apparuerunt: Unde concluſit, oblongam ejuſmodi figuram ex eo eſſe, quod nonnulli Radii minus, nonnulli magis refringerentur.

Sed mihi quidem videtur juxta communes, & receptas Dioptricæ leges figuram illam, non rotundam, ſed oblongam eſſe oportere. Cum enim Radii ex oppoſitis diſci ſolaris partibus procedentes, variam habeant in ipſo tranſitu Priſmatis inclinationem, varie quoque refringi debent, ut, cum unorum inclinatio 30 ſaltem minutis major ſit inclinatione aliorum, major quoque evadat illorum Refractio.

Igitur Radii oppoſiti, ex altera ſuperficie Priſmatis emergentes magis divergunt, & divaricantur, quam ſi nullatenus, aut ſaltem æqualiter, omnes infracti proceſſiſſent, Refractio autem iſta Radiorum fit ſolummodo verſus eas partes, quæ fingi poſſunt in planis ad Axem Priſmatis rectis: nulla autem Refractionis inæqualitas contingit verſus eas partes, quæ intelliguntur in planis Axi parallelis; ut facile demonſtrari poteſt: Superficies enim duæ Priſmatis cenſeri poſſunt inter ſe Parallelæ, ratione habita ad inclinationem Axis, cum ſingulæ ipſi Axi Parallelæ ſint. Refractio autem per duas Parallelas planas ſuperficies nulla computatur, quia quantum a prima ſuperficie Radius in unam partem torquetur, tantum ab altera in oppoſitam partem detorquetur. Igitur cum Radii ſolares e foramine per Priſma tranſmiſſi ad latera quidem non frangantur, procedunt ulterius, perinde ac ſi nulla Priſmatis ſuperficies obſtitiſſet, (habita, inquam, ratione ſolum ad lateralem illam Divaricationem;) at vero cum iidem Radii ad ſuperiores, ſeu inferiores partes, alii quidem magis, alii vero minus, utpote inæqualiter inclinati, infringantur; neceſſe eſt eos magis inter ſe divaricari, adeoque & in longiorem figuram extendi.

Quin ſi calculus rite obeatur; ut Radii laterales inventi ſunt a Cl. *Nevvtono* in ea latitudine, quæ ſubtendit Arcum 31. min., qui arcus reſpondet Diametro Solis; ita nullus dubito, quin illa inventa quoque altitudo Imaginis, quæ 2 gr. & 49 min. ſubtendit, ſit illa ipſa quæ eidem Diametro Solis poſt inæquales Refractiones in illo ipſo caſu reſpondeat.

Et revera (*Fig. 6. Tab. II.*) poſito Priſmate A B C, cujus Angulus A ſit 60 gr., Radio D E, qui faciat cum perpendiculari E H, Angulum 30 grad., invenio illum, dum emergit per F G, facere cum perpendiculari F I Angulum 76. gr. 22. min. At vero poſito alio Radio *d* E, qui cum perpendiculari E H, faciat Angulum 29. gr. 30. min., invenio illum, dum emergit per *fg*, facere cum perpendiculari *fi* Angulum 78. gr. 45. min. Unde iſti duo Radii D E, *d* E, qui procedere ſupponuntur ex oppoſitis partibus diſci ſolaris, faciuntque inter ſe angulum 30. min., iidem, dum emergunt per lineas F*g*, *fg*, ita divergunt ut conſtituant Angulum inter ſe 2. gr. 23. min. Quod ſi duo alii Radii aſſumerentur magis accedentes ad perpendicularem E H, (v. gr., qui cum eadem perpendiculari facerent, unus quidem Angulum 29. gr. 30. min., alter vero 29. gr. 0 min.) tunc iidem Radii emergentes magis adhuc divergerent, conſtituerentque angulum majorem etiam aliquando plus quam trium graduum. Et præterea augetur ulterius iſta intercapedo refractorum Radiorum ex eo, quod duo Radii D E, *d* E, concurrentes in E, illico incipiunt divaricari, atque impingunt in duo puncta disjuncta alterius ſuperficiei, nempe in F, & in *f*. Quapropter non ſufficit ad obeundum rite calculum, e Longitudine Imaginis impactæ in chartam ſubtrahere magnitudinem foraminis feneſtræ;

quan-

Digitized by Google

quandoquidem etiam poſito foramine indiviſibili E, adhuc fieret aliud veluti foramen latum in alia ſuperficie, nempe F *f*.

Quod etiam vocat *Experimentum Crucis*, mihi quidem videtur quadrare cum vulgaribus & receptis Refractionum regulis. Nam, ut modo oſtendi, Radii ſolares, qui accedentes & convergentes faciunt angulum 30. min., egredientes etiam deinde poſt indiviſibile foramen, divergunt in angulum duorum, & trium graduum. Quapropter non mirum, ſi iſti Radii, ſigillatim impingentes in alterum Priſma, perexiguo item apertum foramine, inæqualiter infringantur, cum ſit inæqualis illorum Inclinatio. Neque refert, quod iſti Radii attollantur, aut deprimantur per converſionem primi Priſmatis, manente immoto ſecundo Priſmate, (quod tamen in omni caſu fieri non poteſt, vel quod manente primo immobili, ſecundum moveatur, ut ſucceſſive Radios coloratos totius imaginis excipiat, & per proprium foramen tranſmittat; utrolibet enim modo neceſſe eſt Radios illos extremos, hoc eſt, rubrum & violaceum incidere in ſecundum Priſma ſub inæquali angulo, adeoque eorundem Refractionem eſſe inæqualem, ut violaceorum ſit major.

Cum igitur manifeſta cauſa appareat oblonge ejuſmodi figuræ Radiorum, cauſaque illa ex ipſa natura Refractionis oriatur; non videtur neceſſe recurrere ad aliam hypotheſin, aut admittere diverſam illam Radiorum Frangibilitatem. Quod deinde excogitavit de *Coloribus*, illud quidem egregie conſequitur ex præcedente hypotheſi; veruntamen nonnullas & ipſum patitur difficultates, nam, quod ait nullum Colorem, ſed potius Candorem, apparere, ubi omnes omnium Colorum Radii promiſcue confunduntur, id vero non videtur conforme omnibus phænomenis. Certe, quæ variationes cernuntur in permiſtione diverſorum corporum diverſis Coloribus imbutorum, eædem omnino obſervantur in permiſtione diverſorum Radiorum diverſis item Coloribus imbutorum. Atque optime ipſe advertit, quod quemadmodum ex flavo, & cæruleo corpore exſurgit viridis Color; ita ex flavo, & cæruleo Radio viridis item Color efficitur. Quare, ſi omnes omnium Colorum Radii ſimul confunderentur, neceſſe eſſet in iſta hypotheſi, ut ille Color appareret, qui revera apparet in permiſtione omnium Pigmentorum. Atqui ſi iſta, hoc eſt rubrum ſimul, & flavum una cum cæruleo, & purpureo, aliiſque omnibus, ſi quæ ſint conterantur, & confundantur, non jam candidus, ſed obſcurus, & ſatur Color exſurget. Ergo ſimilis Color appareret in Lumine ordinario, quod conſtaret ex aggregatione omnium Colorum.

Præterea, nihil primo aſpectu magis ingenioſum, magiſque aptum videtur, quam quod ait circa experimentum Acutiſſimi *Hookii*, quo duo diverſi liquores, quorum alter rubeus, alter cæruleus, uterque ſigillatim pellucidus, ſimul permiſti, opaci evadunt. Id autem ait Clariſſimus *Nevvtonus* ex eo oriri, quod unus liquor ſolos rubeos natus ſit tranſmittere, alter vero ſolos flavos; unde permiſti nullos tranſmittent. Hoc, inquam, videtur ſtatim valde appoſitum; nihilominus tamen ex eo conficeretur, quod ſimilis opacitas fieret in permiſtione quorumcunque liquorum, qui eſſent diverſi Coloris; quod tamen verum non eſt.

A R-

Digitized by Google

ARTIC. XIII.

ISAACI NEWTONI

Epiſtola ad Editorem data A. D. decimum tertium Menſis Aprilis An. 1672. ſt. vet., *qua reſpondetur ad ſuperiorem* P. Pardies.

Ibidem. Num. 84. pag. 4091.

ACcepi obſervationes Reveren. Patris *Ignatii Pardies* in Epiſtolam meam de Lucis Refractionibus & Coloribus ad te conſcriptam, quo nomine me illi valde devinctum agnoſco; atque hoc difficultatibus, quas propoſuit, eluendis reſcribo.

Imprimis ait longitudinem ſolaris imaginis a Refractione Priſmatis effectam non alia indigere cauſa, quam diverſa Radiorum ab oppoſitis partibus ſolaris diſci profluentium Incidentia, adeoque non probare diverſam Refrangibilitatem Radiorum. Et, quo aſſertionis ejus veritatem confirmet, oſtendit caſum, in quo, ex diverſa Incidentia triginta Minutorum, differentia Refractionis poteſt eſſe duorum graduum cum viginti tribus Minutis, vel etiam paulo major, prout exigit meum experimentum. Sed hallucinatus eſt Reverend. Pater; nam Refractiones a diverſa parte Priſmatis, quantum poteſt, inæquales ſtatuit R. P. *Pardies*, cum tamen ego tum in experimentis, tum in calculo de experimentis iſtis inito, æquales adhibuerim. Si (*Fig.* 7. *Tab. II.*) autem ABC, Priſmatis ſectio ad Axem ejus perpendicularis, FL, & KG, Radii duo in *x* (medio foraminis) decuſſantes, & in Priſma illud incidentes ad G & L; ſintque eorum refracti GH, & L*m*, ac denuo HI, & *m n*. Et, cum Refractiones ad latus AC æquales eſſe Refractionibus ad latus BC, quam-proxime, ſuppoſuerim; ſi AC, & BC ſtatuantur æqualia, ſimilis erit Radiorum GH, & L*m* ad AB, baſin Priſmatis, inclinatio; adeoque ang. CL*m* = ang. CHG, & ang. C*m*L = ang. CGH. Quare etiam Refractiones in G, & *m* æquales erunt, ut & in L & H; atque adeo ang. KGA = ang. *nm*B, & ang. FLA = ang. BHI; & proinde refractorum HI, & *mn*, eadem erit ad invicem inclinatio ac eſt incidentium Radiorum FL & KG. Sit ergo ang. F*x*K 30. min., æqualis nempe ſolari Diametro, & erit angulus, quem HI & *mn* comprehendunt, etiam 30. min., ſi modo Radii FL, & KG, æqualiter refrangibiles ſtatuantur. At mihi experienti prodiit angulus ille, circiter, 2 grad. 49 min., quem Radius HI, extremum violaceum Colorem, & *mn* cæruleum exhibens, conſtituere, ac proinde Radios illos diverſimode refrangibiles eſſe, ſive Refractiones ſecundum diſparem ſinuum Incidentiæ, & Refractionis rationem peragi neceſſario concedendum eſt.

Addit præterea R. P., quod non ſufficit ad obeundum rite calculum, ex longitudine imaginis impacta in chartam ſubtrahere magnitudinem foraminis feneſtræ; quandoquidem etiam poſito foramine indiviſibili, adhuc fieret aliud veluti foramen latum in poſteriori ſuperficie Priſmatis. Mihi tamen videtur, his non obſtantibus, quod Refractiones Radiorum, in anteriori æque ac poſteriori ſuperficie Priſmatis decuſſantium, ex adhibitis principiis poſſint rite computari. Sed ſi res ſecus eſſet, latitudo hiatus in poſteriori ſuperficie, quod ad-inſtar foraminis eſt, haud efficeret errorem duorum minutorum ſecundorum; & in rebus practicis non operæ pretium duco ad minutias iſtas attendere.

Illi inſuper *Experimento*, quod Crucis vocaveram, nihil adverſatur R. P. dum contendit, inæquales Radiorum diverſis Coloribus imbutorum Refractiones ex inæqualibus Incidentiis effectas fuiſſe. Nam Radiis per duo admodum parva, ab invicem diſtantia, & immota foramina, tranſeuntibus, Incidentiæ illæ, prout ego experi-

Digitized by Google

perimentum inſtitui omnino æquales erant, & tamen Refractiones liquido inæquales. Sin ille de experimentis noſtris dubitet, oro, ut Radiorum diverſis Coloribus præditorum Refractiones ex Incidentiis paribus menſuret, & ſentiet inæquales eſſe. Si modus ille, quem ego ad hoc negotium adhibui minus placeat, (quo tamen nullus poteſt eſſe lucuientior,) facile eſt alios excogitare; ſicut & alios ipſe haud paucos cum fructu expertus ſum.

Contra *Theoriam* de Coloribus objicitur quod pulveres diverſorum Colorum permiſti, non candidum, ſed ſubobſcurum & fuſcum Colorem exhibent. Mihi vero Albus, Niger, & omnes intermedii Fuſci, qui ab Albo, & Nigro permiſtis componi poſſunt, non ſpecie Coloris, ſed quantitate Lucis tantum differre videntur. Et cum in miſtione Pigmentorum, ſingula corpuſcula non niſi proprium Colorem reflectant, adeoque maxima pars Lucis incidentis ſupprimatur, & retineatur; Lux reflexa ſubobſcura evadet, & quaſi cum tenebris permiſta, adeo ut non intenſum Alborem, ſed qualem Nigredinis permiſtio conficit, hoc eſt fuſcum exhibere debeat.

Objicitur deinde, quod a liquoribus quibuſcunque, diverſi Coloris in eodem vaſe commiſtis, æque ac in diverſis vaſis contentis, Opacitas oriri debet, quod tamen ait verum non eſſe. Sed non video conſequentiam. Nam plurimi liquores agunt in ſe invicem, & novam ſibi mutuo partium contexturam ſecreto inducunt; unde opaci, diaphani, vel variis Coloribus, ex Coloribus permiſtorum nullo modo oriundis, præditi evadere poſſunt. Et hac de cauſa experimenta hujuſmodi minus apta ſemper exiſtimavi a quibus concluſiones deduci poſſint. Subnoto tamen, quod ad hoc experimentum requiruntur liquores ſaturis & intenſis Coloribus præditi; qui perpaucos niſi proprii Coloris Radios tranſmittant, quales raro occurrunt, ut videbitur illuminando liquores cum diverſis Coloribus Priſmatis in obſcurato Cubiculo. Nam pauci reperientur, qui in propriis Coloribus ſatis diaphani appareant, inque alienis opaci. Convenit præterea, ut adhibiti Colores ſint inter ſe oppoſiti, quales exiſtimo fore rubrum, & cæruleum, vel flavum, & violaceum, vel etiam viridem, & purpureum illum qui coccineo affinis eſt. Et ex hujuſmodi liquoribus nonnulli, (quorum partes tingentes non congrediuntur,) fortaſſe permiſti evadunt opaciores. Sed de eventu nihil ſum ſollicitus, tum quod luculentius eſt experimentum in liquoribus ſeorſim exiſtentibus, tum quod experimentum illud, (ſicut & Iridis, Tincturæ nephriticæ, & aliorum corporum naturalium phænomena,) non ad probandam, ſed ad illuſtrandam tantum Doctrinam propoſui.

Quod R. P. *Theoriam* noſtram Hypotheſin vocat, amice habeo ſiquidem ipſi nondum conſtet. Sed alio tamen conſilio propoſueram, & nihil aliud continere videtur quam proprietates quaſdam Lucis, quas jam inventas probare haud difficile exiſtimo, & quas, ſi non veras eſſe cognoveram, pro futili, & inani ſpeculatione mallem repudiare, quam pro mea *Hypotheſi* agnoſcere. Quid vero cenſeri mereatur, ex reſponſionibus ad animadverſiones Domini N. N. fortaſſe ſtatim prodituris, clarius patebit. Interim vale, & perge amare

Tibi devinctiſſimum

I. NEVVTON.

ARTIC. XIV.

Excerptum ex Iſaaci Newtoni *Epiſtola nuper ad Editorem ſcripta, qua ipſe genuinam ſuggerit Methodum, doctrinam ſuam* de Luce & Coloribus *antehac propoſitam, evincendi, ſubjecta certorum Quæſitorum, debitis experimentis ſolvendorum, ſerie.*

Tranſ. Phil. 15. Menſ. Julii An. 1672. Num. 85. pag. 5006.

Liceat mihi hac occaſione tibi ſignificare nequaquam cenſere me efficacem eam eſſe determinandę veritatis rationem, qua diverſi examinantur modi, quibus Phænomena explicari poſſunt; niſi ubi perfecta fuerit omnium iſtorum modorum enumeratio. Noſti genuinam proprietates rerum inveſtigandi Methodum eſſe, qua illæ ab experimentis deducuntur. Ac jam ante tibi dixeram Theoriam a me propoſitam evictam mihi fuiſſe, non quidem inferendo rem ita ſe habere, quia haud ſe habeat aliter; videlicet, non eam deducendo dumtaxat a contrariarum ſuppoſitionum confutatione; ſed ipſam ab experimentis poſitive & directe concludentibus derivando. Vera itaque ratio eam examinandi hæc erit, ſi conſideremus ſcilicet num experimenta a me propoſita illas Theoriæ partes, quibus accommodantur, revera probent; vel ſi alia proſequamur experimenta, quæ ab ipſa Theoria, ad examinandam eam, ſuggerantur; atque hoc ipſum methodo genuina fieri velim, perveſtigatis primum ac determinatis legibus Refractionis, priuſquam Colorum natura diſquiratur. Præter rem itaque haud fore crediderim diſquiſitionem hanc ex ſequentium Quæſitorum ſerie inſtituere; quæ quidem ut a ſolertibus ſagacibuſque Naturæ Myſtis, pronunciatis experimentorum eventibus, dirimantur, in votis quam maxime habeo. Ea ſunt

I.

Num Radii, qui æquali Incidentia in idem medium incidunt, Refractiones habeant inæquales; quantæque ſint Refractionum, quas illi ſubeunt, inæqualitates in quavis Incidentia.

II.

Quænam ea ſit lex, juxta quam Radius quilibet magis minuſve refringitur? Sitne, quod idem Radius ſemper refringatur ſecundum eandem rationem ſinuum Incidentiæ & Refractionis; diverſi autem Radii ſecundum rationes diverſas? An vero, quod cujuslibet Radii Refractio major minorve ſit abſque ulla regula certa? Hoc eſt, utrum unuſquiſque Radius certum habeat gradum Refrangibilitatis, juxta quem fiat ipſius Refractio, an vero refringatur ſine iſta regularitate.

III.

Num Radii, certis gradibus Refrangibilitatis præditi, quando, quo demum cunque modo, ſecernuntur, certos obtineant Colores ipſis proprios; puta, Radii minime omnium refrangibiles, coccineum; maxime refrangibiles, ſaturum violaceum; intermedii, ſubviridem; alii, alios. Et e contra?

IV.

Num Color cujuſvis generis Radiorum ſeorſim exiſtentium mutari poſſit Refractione?

V.

V.

Utrum Colores coaleſcendo revera ſe invicem mutent ad producendum Colorem novum; an vero eum producant nonniſi ſe invicem commiſcendo?

VI.

Num debita Radiorum miſcela, omnigena Colorum varietate prædita, Lucem producat ſolari Luci ſimillimam; quæque eaſdem omnino proprietates obtineat; eadem denique phænomena exhibeat?

VII.

Utrum componentes cujuſvis miſcelæ Colores revera mutentur, an vero ſecernantur dumtaxat, quando ex mixtura illa varii Colores rurſum producuntur per Refractionem?

VIII.

Dentur-ne ulli alii Colores Refractione producti, præter eos, quos oriri oportet a Coloribus ad Radios diverſimode refrangibiles pertinentibus, dum illi Refractione ſua ſecernuntur vel miſcentur?

Per experimenta determinare hæc, ſimiliave Quæſita, quæ propoſitam Theoriam involvunt, maxime genuina directaque videtur ad concluſionem via. Proindeque omnes velim objectiones ſuſpendi, quæ ab Hypotheſibus deſumuntur ulliſve Fontibus aliis quam his duobus; quibus nempe, vel oſtendatur experimentorum ad determinanda hæc ζητήματα, probandalve ullas alias Theoriæ meæ partes, inſufficientia, hallucinationes, defectuſque in concluſionibus meis inde deductis indigitando: vel alia producantur experimenta e diametro mihi oppoſita, ſiquæ talia occurrere videantur. Si enim experimenta, quæ a me urgentur, laborant defectibus, difficile haud fuerit eos oſtendere; ſi vero valida fuerint, eo ipſo, dum Theoriam meam aſſerunt probantque, omnes objectiones convellunt.

ARTIC. XV.

Secundæ P. Pardies *literæ ad Editorem* Lutetiæ Pariſiorum *datæ A. D. viceſimum primum Menſis Maii, An.* 1672., *quibus reponitur* Nevvtoni *reſponſioni ad primas literas ipſius* P. Pardies *editas ſub* Num. 84.

Ibidem pag. 5012.

REdditæ mihi ſunt tuæ litteræ cum Obſervationibus Clariſſimi & Ingenioſiſſimi *Nevvtoni*, quibus ad meas difficultates reſpondit. Eas ego legi non ſine maxima voluptate. Et primum, quod attinet ad ipſum experimentum majoris latitudinis Colorum, quam exigeret vulgaris Theoria Refractionum; fateor me inæquales Refractiones in oppoſitis Priſmatis faciebus ſuppoſuiſſe, nec ullatenus advertiſſe in literis relatis in Tranſactionibus obſervatam fuiſſe a *Nevvtono* majorem illam latitudinem in eo caſu, in quo Refractiones ponerentur reciproce æquales, eo modo, quo hic in iſtis obſervationibus dicitur. Sed nec ab eo tempore in iiſdem Tranſactionibus videre licuit, cum eas non potuerim recuperare. Cum igitur nunc videam etiam in eo caſu obſervatam majorem illam Colorum latitudinem; certe ex hoc

capite nihil mihi ulterius reſtat difficultatis. Ex hoc, inquam, capite, nam aliunde videtur poſſe reddi ratio illius phænomeni abſque iſta varia Radiorum Refrangibilitate. Etenim in ea hypotheſi, quam fuſe explicat noſter *Grimaldus*, in qua ſupponitur Lumen eſſe ſubſtantia quædam rapidiſſime mota, poſſet fieri aliqua diffuſio Luminis poſt tranſitum foraminis, & decuſſationem Radiorum. Item, in ea hypotheſi, qua Lumen ponitur progredi per certas quaſdam Materiæ ſubtilis Undulationes, ut explicat ſubtiliſſimus *Hookius*, poſſunt explicari Colores per certam quandam *diffuſionem atque expanſionem Undulationum, quæ fiat ad latera Radiorum ultra foramen, ipſo contagio ipſaque materiæ continuatione*. Certe ego talem adhibeo *Hypotheſin* in diſſertatione de *motu Undulationis*; quæ eſt *ſexta pars meorum Mechanicorum*; ut ponam, Colores iſtos apparentes fieri ex ſola illa communicatione Motionis, quæ ab Undulationibus directe procedentibus ad latera effundatur: Ut (*Fig.* 8. *Tab. II.*) ſi Radii intrantes per foramen *a*, progrediantur verſus *b*, Undulationes quidem directe terminari deberent, (habendo rationem ad motum rectum & naturalem,) ad lineam rectam *a b*; nihilominus tamen propter continuitatem materiæ, fit aliqua communicatio commotionis verſus latera *c c*, ubi tremula quædam, & criſpans ſuccuſſio excitatur: Atque ſi in illa laterali criſpatione conſiſtere Colores ſupponatur, exiſtimo omnia phænomena Colorum explicari poſſe, ut fuſius in ea, quam dixi, diſſertatione expono. Quibus item poſitis, apparet etiam, cur ultra quam ferat Radiorum ipſorum divaricatio, expandi Colorum latitudinem neceſſe ſit. Verum iſta obiter hic tantum adnotaſſe ſufficiat.

Quod adnotat, errorem, qui oriri poſſet in calculo, ex eo, quod dixeram, veluti foramine facto in poſteriori facie Priſmatis; errorem, inquam, illum non poſſe inducere ſenſibilem varietatem, id optime adnotatum eſt: neque ego exiſtimavi inde multum augeri Colorum latitudinem; ſed tantummodo accuratam calculi rationem indicare volui. Quapropter & ego in praxi negligendam hanc cautionem cenſeo.

Circa *experimentum Crucis*, nequaquam dubito, quo minus in ſuo experimento talem ſitum adhibuerit, in quo, æqualis Inclinatio fuerit Radiorum incidentium, quandoquidem id ita a ſe præſtitum expreſſe affirmat. Verum, id non ego poteram conjicere ex iis, quæ ſuperius legeram; ubi ponuntur duo exigua, & maxime diſtantia foramina, & unum Priſma prope primum foramen, quod eſt in feneſtra, per quod Priſma Radii colorati erumpentes, incidunt in alterum diſtans foramen: Addebatur autem, quod ad hoc, ut omnes illi Radii ſucceſſive inciderent in ſecundum illud foramen, convertebatur primum Priſma ſupra Axem: Atqui hoc modo neceſſe eſt mutari inclinationem Radiorum, qui incidunt in ſecundum foramen: Atque indicavi ego, quod perinde ſeſe res habet, ſive manente primo Priſmate immobili, ſecundum foramen attolleretur, aut deprimeretur, ut poſſit ſucceſſive Radios omnes depictæ Imaginis ſolaris excipere, ſive manente iſto ſecundo foramine immobili, primum Priſma converteretur, ut ita eadem Imago ſitum mutaret, atque in foramen impingere ſecundum omnes ſucceſſive partes poſſet. Sed alias, ſine dubio, adhibuit cautiones ſolertiſſimus *Newtonus*.

Quæ circa Colores objeceram, optime ſoluta exiſtimo. Quod autem *Theoriam* iſtam appellarim *Hypotheſin*, id certe ego nullo adhibito conſilio feci; atque nomen uſurpavi quod primum occurrit: quapropter velim ut ne per contemptum adhibitam vocem ejuſmodi exiſtimet; Clariſſimum vero *Newtonum* imprimis ſuſpicio ac veneror.

A R-

ARTIC. XVI.

Iſaaci Newtoni *reſponſio ad ſuperiorem epiſtolam*.

Ibidem pag. 5014.

IN obſervationibus Reverend. Patris *Ignatii Pardies*, quas ad te denuo conſcripſit, an majus ſit humanitatis argumentum, quod meis reſponſionibus vim omnem attribuit; an ingenii, quod Objectiones proponit, quæ, ſi non probe tollantur, doctrinam noſtram fruſtrari poſſint, vix dixerim: Utrunque ſane ad determinandam veritatem optime conducit, efficitque ut acceptis quam-lubentiſſime reſpondeam.

Ait R. P. quod abſque varia diverſorum Radiorum Refrangibilitate, poſſibile ſit explicare longitudinem Colorum; puta, ex Hypotheſi P. *Grimaldi*, per diffuſionem Luminis, quod ſupponitur eſſe ſubſtantia quædam rapidiſſime mota, vel ex Hypotheſi *Hookii* noſtri, per diffuſionem vel expanſionem undulationum, quas ſtatuit in æthere a lucidis Corporibus excitatas quaquaverſum propagari. Addo quod ex Hypotheſi *Carteſiana* poteſt etiam effingi conſimilis diffuſio conatus vel preſſionis Globulorum, perinde ut in explicatione Caudæ Cometæ ſupponitur. Et eadem diffuſio vel expanſio juxta aliam quamvis Hypotheſin, in qua Lumen ſtatuitur eſſe vis, Actio, Qualitas, vel ſubſtantia quælibet a luminoſis corporibus undique emiſſa, effingi poteſt.

Ut his reſpondeam, animadvertendum eſt, quod Doctrina illa, quam de Refractione, & Coloribus explicui in quibuſdam Lucis proprietatibus ſolummodo conſtitit, neglectis Hypotheſibus, per quas, proprietates illæ explicari debent. Optimus enim & tutiſſimus philoſophandi modus videtur, ut imprimis rerum proprietates diligenter inquiramus & per experimenta ſtabiliamus, ac dein tardius contendamus ad hypotheſes pro earum explicatione. Nam, hypotheſes ad explicandas rerum proprietates tantum accommodari debent, & non ad determinandas uſurpari, niſi quatenus experimenta ſubminiſtrare poſſint. Et ſiquis ex ſola hypotheſium poſſibilitate de veritate rerum conjecturam faciat, non video quo pacto quicquam certi in ulla ſcientia determinare poſſit; ſiquidem alias atque alias hypotheſes ſemper licet excogitare, quæ novas difficultates ſuppeditare videbuntur. Quamobrem ab Hypotheſium contemplatione, tanquam improprio argumentandi loco, hic abſtinendum eſſe cenſui, & vim objectionis abſtrahendam, ut pleniorem, & magis generalem reſponſionem accipiat.

Itaque per Lumen intelligo quodlibet Ens, vel Entis poteſtatem, (ſive ſit ſubſtantia, ſive quævis ejus Vis, Actio, vel Qualitas) quod a corpore lucido recta pergens aptum ſit ad excitandam viſionem; & per Radios Luminis intelligo minimas, vel quaſlibet indefinite parvas ejus partes, quæ ab invicem non dependent, quales ſunt illi omnes Radii, quos lucentia corpora vel ſimul, vel ſucceſſive ſecundum rectas lineas emittunt. Nam illæ tum collaterales tum ſucceſſivæ partes Luminis ſunt independentes, ſiquidem unæ abſque aliis intercipi poſſint, & in quaſlibet plagas ſeorſim reflecti, vel refringi. Et hoc præcognito, Objectionis Vis omnis in eo ſita erit; quod Colores per aliquam Luminis ultra foramen diffuſionem, quæ non oritur ab inæquali diverſorum Radiorum (ſeu Luminis independentium partium) Refrangibilitate, in longum diduci poſſint.

Quod autem non aliunde oblongentur, monſtravi in Literis relatis in Phil. Tranſactionibus Num. 80. Et ut rationes facilius percipiantur, non gravabor jam fuſius explicare.

Scilicet ex obſervatione, quod Radii poſt Refractionem non incurvabantur, ſed recta ad parietem progreſſi fuerint, patuit, eandem fuiſſe eorum ad ſe mutuo inclina-

Digitized by Google

clinationem cum modo exierunt Priſmate, atque cum impegerunt in parietem; & proinde longitudo Colorum ex inclinatione Radiorum emerſit, quam inter refringendum obtinuere, hoc eſt, ex quantitate refractionis quam ſinguli radii in Priſmate patiebantur. Adeoque cum colorum longitudo latitudinem aliquot vicibus ex obſervatione ſuperavit; ſequitur majorem fuiſſe inæqualitatem refractionum quam potuit oriri ex inæqualitate Incidentiarum. Quinimo ex figura imaginis coloratæ, quod nempe non fuit ovalis, ſed ad latera duabus parallelis rectis lineis terminata, patuit eam ex indefinite multis imaginibus Solis, per inæqualem refractionem in longum diſtractis & ſerie continua diſpoſitis, conſtitui; adeoque radios a ſingulis partibus ſolaris Diſci provenientes per totam fere longitudinem colorum diſpergi, & proinde ſimiliter incidentium inæquales eſſe refractiones. Id quod aliis etiam indiciis oſtendi poſſet.

Conſtat itaque diverſas eſſe refractiones, ubi pares ſunt incidentiæ. Sed amplius inquirendum eſt, unde oriatur illa diverſitas? An ſit a cauſa aliqua incerta & irregulari, vel certa lege, ſecundum quam radius quilibet aptus eſt determinatam aliquam refractionem pati. Per incertas & irregulares cauſas intellige aſperitates in ſuperficies vel venas diverſæ denſitatis in interiori parte Vitri ex quo Priſma conflatur; item irregularem ſitum pororum, quos nonnulli ob luminis tranſmiſſionem directo tramite per vitrum omnifariam trajici ſtatuunt; nec non tremores & inæquales commotiones partium ætheris, aeris, vel vitri; radiorum in refringente ſuperficie ſe mutuo fortaſſe comprimentium reſulturam ab invicem; ejuſdem cujuſque radii diviſionem ac diſſipationem in partes divergentes, quas vel numero finitas vel indefinite multas in ſuperficie aliqua continuatim jacentes imaginari liceat; vel quamvis aliam diffuſionem & dilatationem Luminis quam poſſumus excogitare, non ortam ex diverſa prædiſpoſitione cujuſque radii ad refractionem, in certo aliquo & conſtanti gradu patiendam.

Quod autem diverſa refractio non orta ſit ex ullis ejuſmodi cauſis incertis & irregularibus, probavi per Experimentum duorum conſimilium Priſmatum in contrario ſitu juxta-poſitorum, ita ut poſterius contraria ſua refractione retroflecteret radios, & ſic regulares effectus prioris deſtrueret, ſed per iteratas refractiones, augeret irregulares. Utpote ſi prius Priſma diffunderet ac divergere faceret parallelos radios, ex. gr. per aſperam polituram, inæquabilem denſitatem, aut irregularem ſitum pororum Priſmatis, vel per tremulos motus partium ætheris, aeris, aut vitri; vel per dilatationem luminis propter partium ejus (i. e. radiorum) ſe mutuo comprimentium relaxationem verſus adjacentia ſpatia, quæ vel nullo vel minus conſtipato Lumine irradiantur, vel denique per cujuſque radii dilatationem aut diffractionem in complures divergentes radios: tum ſane poſterius Priſma magis diffunderet ac diſſiparet radios per dictas irregularitates, ætheris, aeris, aut vitri, vel per iteratam dilatationem Luminis a refringentis ſuperficiei reſiſtentia denuo conſtipati ac diffuſi, vel etiam per cujuſque radii a priori diffractione orti iteratam diffractionem ac diviſionem in longe plures divergentes radios. Et ſic Lumen magis diſpergeretur per refractionem ſecundi Priſmatis, & in parietem projectam imaginem duplo longiorem, minimum, exhiberet, quam per ſolam refractionem prioris Priſmatis exhiberi potuiſſet. Quamobrem cum, Experientia teſte, refractio ſecundi Priſmatis adeo non diſpergat Lumen, ut contrahat & in priſtinum ſtatum reducat: efficiatque ut in forma coni poſtea progrediatur, perinde ac ſi nullam omnino refractionem paſſum fuiſſet; concedendum eſt, Diffuſionem Luminis a refractione anterioris Priſmatis effectam, non oriri ab aliqua præfatarum cauſarum, aut alia quavis irregularitate, ſed diverſæ refrangibilitati radiorum ſolummodo tribuendam eſſe; utpote qua radius unuſquiſque, ex inſita diſpoſitione tantam refractionem in poſteriori Priſmate, ac in priori paſſus, reducitur in paralleliſmum cum ſe ipſo; & ſic omnes radii ad ſe mutuo eaſdem inclinationes reſumunt quas ante refractiones habuere.

Demum, ut hæc omnia ſumme confirmarem, adjeci Experimentum illud, quod jam nomine *Crucis* paſſim inſignitur, de cujus conditionibus cum R. P. dubitaverit,

verit, placuit jam deſignare Schemate (*Fig. 9. Tab. II.*) Sit B C anterior Tabula, cui Priſma A immediate præfigitur, ſitque D E altera Tabula, quaſi 12 pedibus abinde diſtans, cui ſuffigitur alterum Priſma F. Tabulæ autem ad *x* & *y* ita perforentur, ut aliquantulum Lucis ab anteriori Priſmate refractæ trajici poſſit per utrumque foramen ad ſecundum Priſma, inque eo denuo refringi. Jam Priſma anterius circa Axem reciproco motu convertatur, & colores in tabulam poſteriorem D E procidentes, per vices attollentur, & deprimentur, eoque pacto alius atque alius color ſucceſſive pro arbitrio trajici poteſt per foramen ejus *y* ad poſterius Priſma, dum ceteri colores in Tabulam impingunt: Et videbis radios diverſis coloribus præditos diverſam pati Refractionem, in illo poſteriori Priſmate, ex eo quod ad diverſa loca parietis, vel cujulvis obſtaculi G H, pedibus aliquot ulterius remoti, allabentur: puta, Violacei Radii ad H, Rubri ad G, & intermedii ad loca intermedia: & tamen propter determinatam poſitionem Foraminum neceſſe eſt ut ſimilis ſit incidentia Radiorum cujuſque coloris per utrumque trajecti. Atque ita ex menſura conſtat Radios, diverſis coloribus affectos, habere diverſas Leges Refractionum.

Sed ſuſpicor unde adductus ſit R. P. in dubitationem; nempe videtur collocaſſe primum Priſma A, poſt tabulam B C, atque ita convertendo circa Axem, veriſimile eſt inclinationem radiorum, qui interjacent foramina propter intermediam Refractionem fuiſſe mutatam. At, ex deſcriptione prius expoſita, debuit tabula illa collocari poſt Priſma, ut Radii inter Foramina in directum jacerent, quemadmodum ex verbis conſtare poteſt. Et uſus Experimenti idem innuit. Ex abundanti placet obſervare, quod in hoc Experimento colorata Lux ob Refractionem ſecundi Priſmatis longe minus diffunditur ac divaricat, quam cum alba exiſtit; adeo ut imago ad G, vel H, ſit pene circularis; præſertim ſi Priſmata ſtatuantur parallela, & in contrario ſitu Angulorum, prout in Schemate deſignantur. Quinetiam, ſi præterea diameter foraminis *y* adæquet latitudinem Colorum, nulla erit ejuſdem coloratæ Lucis in longum diffuſio; ſed Imago, quæ a quopiam colore ad G vel H effingitur (poſitis circularibus foraminibus, & Refractione Poſterioris Priſmatis non majori quam prioris, radiiſque ad obſtaculum quam-proxime perpendicularibus) erit plane circularis. Id quod arguit diffuſionem, de qua ſupra egimus, non ex contagione, vel continuitate materiæ undulantis, aut celerrime motæ, vel ſimilibus cauſis ortam eſſe, ſed ex certa Refractionum cujuſque generis Radiorum lege. Cur autem Imago illa in uno caſu ſit circularis, & in aliis nonnihil oblongata, & quomodo diffuſio Lucis in longitudinem, in quolibet caſu pro arbitrio minui poſſit, a Geometris determinandum, & cum Experientia conferendum relinquo. Poſtquam proprietates Lucis, his, & ſimilibus Experimentis ſatis exploratæ fuerint, ſpectando radios tanquam ejus ſive collaterales, ſive ſucceſſivas partes, de quibus experti ſumus per independentiam quod ſint ab invicem diſtinctæ; Hypotheſes exinde dijudicandæ ſunt, & quæ non poſſunt conciliari, rejiciendæ. Sed leviſſimi negotii eſt accommodare Hypotheſes ad hanc Doctrinam. Nam ſi quis Hypotheſin *Carteſianam* defendere velit, dicendum eſt, Globulos eſſe inæquales, vel preſſiones Globulorum eſſe alias aliis fortiores, & inde diverſimode Refrangibiles, & aptas ad excitandam ſenſationem diverſorum colorum. Et ſic juxta Hypotheſim *Cl. Hookii* dicendum eſt, Undulationes ætheris eſſe alias majores ſive craſſiores aliis. Atque ita in ceteris. Hæc enim videtur eſſe ſumme neceſſaria lex & conditio Hypotheſium, in quibus naturalia corpora ponuntur conſtare ex quampluriimis corpuſculis acervatim contextis, ut a diverſis lucentium corpuſculis, vel ejuſdem corpuſculi diverſis partibus (prout motu, figura, mole, aut aliis qualitatibus differunt) inæquales preſſiones, motiones, aut mota corpuſcula per æthera, quaquaverſum trajiciantur, ex quibus confuſe miſtis, Lux conſtitui ſupponetur. Et nihil durius eſſe poteſt, in illis Hypotheſibus, quam contraria ſuppoſitio.

Ex apertura ſive dilatatione Lucis, in poſteriori facie Priſmatis, quam R. P. dixit eſſe veluti foramen, ſufficit, quod error non emerget ſenſibilis, ſi modo aliquis emer-

emergeret. Quod ſi Calculus juxta obſervationes præciſe ineatur, error erit nullus. Nam diametro foraminis a longitudine imaginis ſubducta, reſtabit longitudo, quam imago haberet, ſi modo foramen ante Priſma eſſet indiviſibile, idque non obſtante præfata Lucis dilatatione in poſteriori facie Priſmatis; ut facile oſtenditur. Deinde ex data illa longitudine imaginis, ac diſtantia a foramine indiviſibili, ut & poſitione, & forma Priſmatis, & ad id inclinatione incidentium radiorum, ac angulo, quem refracti Radii ad medium imaginis tendentes, cum a centro Solis incidentibus conſtituunt, cetera omnia determinantur. Et quæ determinant Refractiones, & poſitiones Radiorum, ſufficiunt ad calculum iſtarum Refractionum rite ineundum. Sed res non tanti eſſe videtur, ut moram inferat.

Quod R. P. Doctrinam noſtram Hypotheſin vocaverit, non aliunde factum eſſe credo, quam quod vocabulum uſurpavit, quod primum occurrit; ſiquidem mos obtinuit ut quicquid exponitur in Philoſophia dicatur Hypotheſis. Et ego ſane non alio conſilio vocabulum iſtud reprehendi, quam ut ne invaleſceret appellatio, quæ recte Philoſophantibus præjudicio eſſe poteſt.

Reverend. vero Patris candor in omnibus conſpicitur; indeque modus efferendi benevolentiam, qui mihi minime convenit. Quod tamen noſtra non diſplicent, vehementer gaudeo. Vale.

Dabam *Cantabrigiæ* 11. Junii 1672.

Hæc reſponſio ad Reverend. Patrem *Ignatium Pardies* mox tranſmiſſa, id effecit, ut ille die 9 Julii 1672. reſcriberet gallice in hunc ſenſum.

Omnino mihi ſatisfecit noviſſima reſponſio a Domino *Nevvtono* ad meas inſtantias data. Noviſſimus ſcrupulus, qui mihi hærebat circa experimentum Crucis penitus fuit exemptus. Atque nunc plane ex Figura ipſius intelligo, quod non intellexeram ante. Experimentum peractum cum fuerit iſto modo, nihil habeo quod in eo deſiderem amplius. Rem mihi pergratam feceris, ſi ipſi ſingularem meum ingenii & doctrinæ ejus cultum conteſteris, & pro illo ſtudio maximas gratias agas, quo voluit adnotationes meas examinare, uſque reſpondere. Præter exiſtimationem illam, quam jam ante de acumine ejus conceperam, affectus hic officioſus magnopere me ipſi devinxit.

ARTIC. XVII.

ISAACI NEVVTONI

Reſponſio ad nonnullas conſiderationes in Doctrinam ſuam de Luce & Coloribus *editam ſub harum Tranſactionum* Num. 80.

Tranſ. Phil. 18. Menſ. Nov. An. 1672. Num. 88. pag. 5084.

DOMINE

Tibi jam dixi, quod, cum conſiderationes in meam de Refractionibus & Coloribus epiſtolam a te mihi miſſas evolverem, nihil offendi, cui non facile reſponderi poſſe putarem. Et, quanquam harum conſiderationum Auctor majori, quam expectabam, ſtudio quandam hypotheſin complexus ſit, non tamen dubito, quin idem illi conſilium ſit, quod mihi eſt. Ego quidem ſcientiam totis viribus & bona fide proſequor; neque incertas ſpeculationes magnifaciens, quia ſubtiliores ſunt;

ſunt ; neque veritates indubias parvipendens, quia ſimplices ſunt & obviæ. Quibus confiſus reſponſione hac ſuam Diſſertationem * excipio.

I.

De activa Optices parte.

Quod primum ſeſe obviam facit, mihi minus jucundum eſt, & ideo quia tale eſt, hinc initium duco. Auctori conſiderationum placuit me reprehendere, quod cogitationem perficiendæ Optices per Refractiones depoſuerim. Si per epiſtolam privatam me de hac re interrogare dignatus eſſet, ei narraviſſem quomodo ſucceſſerint tentamina, quæ de hoc aggreſſus ſum, & quæ ſucceſſa nunc affirmare poſſum minora fuiſſe, quam quæ ipſemet olim expectaveram, & quæ fortaſſe ille etiam nunc ſperat. Sed, quia ipſi libuit pro confeſſo aſſumere me hoc negotium ſine debita conſideratione omiſiſſe, eum remittam prioribus meis epiſtolis, quibus conſtat conjecturam iſtam eſſe prorſus fundamento deſtitutam. Etenim, quæ ibi leguntur, ad Teleſcopia, more vulgato conſtructa, ſunt referenda, & id ſibi volunt, quod horum Teleſcopiorum perfectio expetenda non eſt ex aptiore vitrorum figura, ut arbitrabantur Optici. Non autem deſperavi ea perfici poſſe, ſi aliter conſtruerentur; qua de cauſa cavi ne quid insererem, quod contrarium innuere poſſet. Nam, quamvis Refractiones quæ ſe, aliæ alias, excipiunt, & quæ eaſdem partes verſus fiunt, neceſſario majores reddere debeant errores primæ Refractionis; attamen fieri poſſe videbatur, ut, contrariis Refractionibus, inæqualitates adeo ſeſe mutuo corrigerent, ut earum differentia certæ Regulæ ſubmitteretur; quod ſi concinne perageretur, nulla difficultas ſupereſſet. Eo conſilio ad trutinam revocavi quid perfici poſſet, non ſolis vitris, ſed præcipue coagmentatione diverſorum mediorum ſibi ſuccedentium, puta, duobus aut pluribus vitris vel cryſtallis, quibus interjecta eſſet aqua, vel alius liquor; quæ omnia ſimul fungerentur vice unius vitri, præſertim objectivi; nam ex objectivorum conſtructione inſtrumenti perfectio maxime pendet. Quod autem compererim meditando, aut periculis a me factis, id evulgandi meliorem fortaſſe occaſionem offendam.

Aſſeritur, quod Radii minus accurate unum idemque punctum verſus a concava ſuperficie reflectuntur, quam a convexa refringuntur; cui aſſertioni aſſentire nequeo; neque concedere valeo in breviorem lineam ſe extendere poſterioris quam prioris Focum. Contrarium potius verum eſſe intelliges ex adnexa Tabella, quæ accommodata eſt tum ſuperficiei concavę reflectenti, tum convexæ refringenti. Suppono autem eas habere hiatus æquales, & Radios parallelos colligere ad æqualia ab earum Verticibus intervalla; quæ intervalla ſi dividantur in quindecim millia partium, earum ſexaginta millia continebit Sphærę concavæ diameter, at convexæ decem millia. Suppono etiam Sinus Incidentiæ & Refractionis eſſe, numeris rotundis, ut 2 ad 3. Iſta vero Tabella, quam ſubdo, oſtendit quantum Radii exteriores, pro variis hiatibus, a primario eorum Foco aberrent.

Pars II. T Unde

* Supervacaneum duximus Diſſertationem hanc de verbo ad verbum hic referre, quia in reſponſionis contextu ſunt præcipua capita ad Reſpondentem ſpectantia.

Digitized by Google

Hiatuum Diametri.	Axis Partes interceptæ inter Vertices & Radios.		Errores Per	
	Reflexi	Refracti	Reflexionem	Refractionem
2000	$14991\frac{2}{3}$	14865	$8\frac{1}{3}$	135
4000	14966	14449	33	551
6000	14924	13699	76	1301
8000	14865	12475	135	2525
10000	14787	9472	213	5528

Unde percipere potes, quod tantum abeſt ut errores geniti a convexa ſuperficie refringente minores ſint, ut potius ſexdecim vicibus majores ſint quam ſimiles errores a concava reflectente producti, præſertim quando hiatus ingentes ſunt; & inſuper in hac computatione nullatenus ſpectavi ad heterogeneam Lucis conſtitutionem. Itaque, quantumvis harum Animadverſionum Auctor contraria ſupponens, Reflexiones tanquam Opticæ promovendæ minus utiles rejiciat; ego tamen hac aliiſque de cauſſis illas in ſpeculatione Refractionibus anteferre debeo.

Utrum Parabolæ deſcriptio difficilior ſit deſcriptione Hyperbolæ, & Ellipſeos

- - - adhuc ſub Judice lis eſt,

ſed non video quod omnino neceſſarium ſit aut harum aut illius deſcriptiones moliri. Nam, ſi Metallo accurate induci poteſt figura ſphærica, tanta habebuntur Specula, quanta unquam probe perpoliri poſſint. De dioptricis autem Teleſcopiis, jam dixi quod tota difficultas verſatur, non in vitri figura, ſed in Refractionum inæqualitate; quæ ſi abeſſet, docere poſſem remedium melius & facilius, quam uſus Sectionum conicarum.

II.

De parte theoretica.

Hactenus de activa, ſeu practica Optices parte. Nunc examen aggredior conſiderationum ad meas theorias pertinentium. Sed in illis nihil aliud facit Auctor, quam hypotheſin non meam mihi tribuere; pugnare pro hypotheſi, cujus præcipua pars contra me non facit; concedere maximam partem aſſertionum, quæ in mea Diſſertatione continentur, dummodo per ejus hypotheſin explicentur; & negare nonnulla, quæ vera ab experimentis declarantur.

III.

De hypotheſi mihi per errorem tributa.

De hiſce omnibus ordine diſputabo. Et primo quidem de hypotheſi, quam mihi adſcribit his verbis: *Aſt, recepta prima ejus ſuppoſitione, quod Lux eſt corpus, & quod quot in ea ſunt Colores aut gradus, tot eſſe poſſunt corpora; quæ omnia ſimul compoſita*

poſita gignunt Albedinem, &c. En, ut videtur, id quod accipit pro mea hypotheſi. Verum quidem eſt, quod ex mea Theoria arguo Lucem eſſe corpus; at id non incunctanter aſſero, ut innuit verbum *fortaſſe*; id propono, ad ſummum, tanquam probabile doctrinæ meæ conſectarium, non tanquam hypotheſin qua, velut fundamento, doctrina ſtabiliatur, quinimo nec tanquam doctrinæ partem; quæ omnino ſuperioribus Propoſitionibus continebatur. Et ſane miror objectionum Auctorem, me tam parvæ memoriæ credere potuiſſe, ut, cum perquam aſſeveranter Theoriam meam aſſeruiſſem, deinde ſuppoſitionem ipſam, qua Theoria tota nitebatur, vix exili *fortaſſe* fulciverim. Si talem aliquam hypotheſin mihi adoptaſſem, id alicubi patefeciſſem; At ſciebam illas, quas palam faciebam, Lucis proprietates aliquatenus explicari poſſe non ſolum hac, ſed pluribus aliis mechanicis hypotheſibus; & ideo eas omnes vitare decrevi, & de Luce loquens verbis uti generalibus, eam abſtracte conſiderans, ut nonnihil, quod ex lucidis corporibus quoquoverſum per rectas lineas propagatur, non determinans quid id eſſet; an confuſa diſſimilium Poteſtatum miſtura, an ens quodcunque. Eadem ratione de Coloribus verba facere decrevi juxta ſenſuum teſtimonia, tanquam ſi, etiam nulla ad nos habita ratione, eſſent Lucis proprietates. Attamen juxta hypotheſin mihi tributam, eos potius conſiderare debuiſſem tanquam Senſationum modificationes, quas in Mentem excitant varii motus, figuræ, & magnitudines corpuſculorum Lucis variis modis mechanice Senſuum organa percellentium; & ſic locutus in eo loco ſum, in quo diſputo utrum Lux ſit corpus.

At demus me hanc hypotheſin propoſuiſſe; ſane non video, cur Objectionum Auctor tantopere illam deſtruere laboret: Certe enim majorem habet affinitatem cum ejus hypotheſi, quam ipſe animadvertere videatur; ſiquidem ætheris vibrationes æque utiles ac neceſſariæ in utraque ſunt. Nam, ſupponamus Radios Lucis eſſe corpuſcula quoquoverſum a fulgentibus ſubſtantiis ejaculata, hæc, cum in ſuperficiem, ſive refringentem, ſive reflectentem impingunt, neceſſario debent in æthere vibrationes excitare, prorſus ut Lapides in aqua, cum in ea projiciuntur. Quæ, ſi ſupponantur nunc magis nunc minus profundæ vel craſſæ, prout excitantur a Radiis iſtis corpuſcularibus majori minorive magnitudine vel celeritate præditis, quam utiles ſint ad explicandam Reflexionis Refractioniſve rationem; Caloris productionem e Solis Radiis; emiſſionem Lucis e ſubſtantiis ardentibus, putreſcentibus, aliiſque, quarum partes vehementer agitatæ ſunt; phænomena pellucidarum lamellarum, bullarumque, & omnium naturalium corporum; viſionis rationem; Colorum differentiam, eorumque harmoniam & diſcordiam, quam, inquam, ad hæc omnia explicanda conducant vibrationes, cogitandum iis relinquo, qui operæ pretium ſe facturos putabunt, ſi ex hac hypotheſi phænomenorum rationem reddiderint.

IV.

De Auctoris hypotheſi, deque aptitudine, quam hæc & omnes aliæ mechanicæ hypotheſes habent ad ſe meæ Doctrinæ accommodandas.

Secundo affirmavi, quod præcipua pars hypotheſis ab Auctore propugnatæ, contra me non facit. Hæc præcipua hypotheſis eſt; *quod corporum partes, vehementer & celeriter agitatæ, in æthere vibrationes cient, quæ ex his corporibus quoquoverſum per rectas lineas propagantur, & Lucis ſenſationem concitant imum Oculum ferientes & impellentes, fere ut vibrationes in aere commotæ excitant ſoni ſenſationem feriendo auditus organum*. Nunc maxime naturalis & genuina hujus hypotheſis traductio ad explicanda phænomena eſſe videtur in hunc modum; quod, nimirum, agitatæ corporum partes, pro variis, quibus præditæ ſunt, magnitudinibus, figuris, & celeritatibus, æther commovent vibrationibus diverſarum profunditatum aut magnitudinum, quæ promiſcue per medium ad Oculos noſtros uſque propagatæ, nos albæ Lucis ſenſatione afficiunt; ſi autem aliquo pacto vibrationes inæquales diſgregentur,

T 2 am-

ampliores quidem, Coloris rubri; minores ſive breviores, violacei ſaturi; & quæ inter has mediæ ſunt, intermediorum Colorum ſenſationem excitant; fere prorſus ut corpora pro diverſis magnitudinibus, figuris, & motibus aerem vibrationibus diverſarum magnitudinum concutiunt, e quibus graviores aut acutiores ſonitus toni, pro harum magnitudinum ratione exoriuntur. Quod ampliores vibrationes magis aptæ ſunt ad ſuperandam refringentium ſuperficierum reſiſtentiam, & ideo, dum per eas tranſmeant, minores patiuntur Refractiones; quapropter vibrationes magnitudine diverſæ, id eſt, Radii diverſimode colorati, qui in Luce miſti ſunt & confuſi, ab invicem refractione ſeparari debent, & ortum dare phœnomenis, quæ in Priſmatibus atque aliis refringentibus corporibus perſpiciuntur. Et quod a diverſis lamellarum translucentium bullarumve profunditatibus pendet, utrum vibrationes a remotiori ſuperficie reflectantur, ſive tranſmittantur; ita ut pro numero vibrationum, quæ inter duas ſuperficies fiunt, reflectantur, ſive tranſmittantur ad plures ordine profunditates. Et, quoniam vibrationes, quæ cæruleum & violaceum Colorem efficiunt, ſuppoſitæ fuerunt breviores illis, quæ rubeum & flavum progignunt, ad minorem lamellæ craſſitiem reflecti debent: quod ſufficit ad explicanda omnia vulgaria phænomena harum laminarum, bullarumve, & omnium naturalium corporum, quorum partes pro totidem laminarum fragmentis haberi quodammodo poſſunt.

Atque hæ perquam planæ, genuinæ, & neceſſariæ leges hypotheſis videntur. Et adeo bene meæ Theoriæ aptantur & cum ea conſentiunt, ut, ſi animadverſionum Auctor applicationem facere putat operæ pretium, verendum ei non ſit, ne ſuam hypotheſin ideo relinquere cogatur. Quomodo autem eam ab aliis difficultatibus defenſurus ſit, ſane neſcio; mihi quidem abſurda videtur hypotheſis, qua, veluti fundamento, cetera nituntur; quod, ſcilicet, undę ſive vibrationes cujuſcunque fluidi poſſint, ut Lucis Radii, per lineas rectas propagari abſque eo quod ſine intermiſſione, & certa regula ſeſe extendant, & vim exerceant quoquoverſum in quieſcens medium, a quo circumcluduntur; aut contrarium vel experientia vel demonſtratione poteſt oſtendi, aut ego fallor. Quod vero attinet ad ceteras duas vel tres hypotheſes, de quibus meminit, ſatius duco illas credere ſimilibus incommodis obnoxias, quam ſuſpicari deteriorem ab Auctore adoptatam fuiſſe.

Quæ de hac hypotheſi dixi, facile ad quamcunque aliam mechanicam accommodare licet, in qua Lux progigni ſupponatur ex preſſione aut motu quolibet, qui in æthere ab agitatis lucidorum corporum partibus excitatur; nam fieri non poſſe videtur, ut aliqua ex hiſce motionibus preſſionibuſve per rectas lineas propagetur, & medium umbroſum illas hinc inde circumcludens quoquoverſum, ut dixi, non propellatur. Siquis tamen hoc accidere poſſe arbitratur, ſaltem fateri debet, quod motus iſti vel conatus ad motum in æthere producti a diverſis cujuſvis lucidi corporis partibus, quæ magnitudine, figura, & agitatione differunt, debent eſſe inæquales: Hoc autem ſufficit, ut Lux, juxta quamlibet ex hiſce hypotheſibus, denominetur Aggregatum ex *Radiis diſſimilibus*. Et, ſi primigeniæ iſtæ inæqualitates efficere poſſunt ut Radii Colore & Refrangibilitate differant, non video cur ii, qui alicui ex his hypotheſibus adhærent, quærant alias horum effectuum cauſſas, niſi, (ut Auctoris utar argumento,) *velint Entia ſine neceſſitate multiplicare*.

V.

De iis, quæ obſervationum Auctor concedit, & ad ſuam hypoteſin coarctat.

Conſideranda *tertio loco* venit lex, quam animadverſionum Auctor conceſſionibus ſuis apponit; quod nempe explicanda mihi eſt Theoria mea per hypotheſin ſuam; ſi enim illi in re iſta morem gerere vellem, vix, ac ne vix quidem diſſentiremus. Siquidem dat, quod Radii, nulla habita diverſarum Incidentiarum ratione, diverſas patiun-

patiuntur Refractiones; ſed hoc explicari vult, non per diverſas diverſorum Radiorum Refrangibilitates, ſed per æthereorum pulſuum diviſionem refractionemque. Dat tertiam quartam, & ſextam ex meis Propoſitionibus; quarum ſententia eſt; quod ſimplices Colores omnis mutationis omnino ſunt expertes, compoſiti vero mutari poſſunt, ſed ſolum eos reſolvendo in Colores, e quibus compoſiti ſunt; & quod mutationes omnes, quæ Coloribus induci poſſunt, tantum oriuntur a diverſis eorum miſturis & ſeparationibus. Sed hæc dat ea lege, ut Colores explicem per duo unius pulſus diviſi latera, & ſic illos ad duo omnino genera redigam, cunctis aliis Coloribus habitis pro variis horum duorum gradibus & miſturis. Dat inſuper, quod Albedo conficitur ex omnibus Coloribus coaleſcentibus; ſed tunc fateri debeo id non ſolum effici horum Colorum miſtione, ſed etiam unione partium Radii, qui nuper diviſus ſupponebatur.

Si ad iſtarum explicationum diſcuſſionem procedere vellem, arbitror, quod non difficulter monſtrare poſſem, non tantum eas non ſufficere, ſed aliquatenus, quod ſaltem ad me ſpectat, intelligi non poſſe. Etenim, quamvis facile intelligam, quomodo motio dilatari & extendi poſſit, aut quomodo motiones parallelæ fieri poſſint divergentes; attamen intelligere nequeo, quo artificio motio linearis a refringente ſuperficie valeat in infinitum dilatari & rareſieri, ita ut in ſuperficialem degeneret: Et, hoc ſuppoſito, non magis intelligo, quomodo tantum dividatur in tam exiguum angulum, neque potius extendatur & diſpergatur per totum Refractionis angulum. Præterea, quamvis mihi facile liceat intelligere quo pacto diſſimiles motiones ſeſe mutuo decuſſare & interferere poſſint; tamen bene intelligere non valeo, quomodo in unam eandemque uniformem motionem coaleſcere poſſint, ac deinde rurſum ſeparari, & priſtinam diſſimilitudinem recuperare; Veruntamen conjicio quibus rationibus obſervationum Auctor hæc explanare ſit tentaturus. Item, quod directus, uniformis, & non perturbatus pulſus Refractione dividi & perturbari poſſit; ſed obliquus & perturbatus perſiſtat, & ſequentibus Refractionibus non dividatur, neque magis ac magis perturbetur, mihi quidem intelligere non magis licet, quam cetera, nec Colorum numerus magna difficultate caret, ut infra videbimus.

VI.

Quod nulla hypotheſi limitare aut explanare meam doctrinam neceſſe eſt.

Sed, quæcunque demum ſint hujus hypotheſis commoda vel incommoda, mihi, ſpero, ab iis perpendendis abſtinere licebit, quod meam doctrinam nulla explicatione mutuata a quacunque hypotheſi indigere opinor. Etenim, ſi Lux abſtracte, & nulla cujuslibet hypotheſis ratione habita, conſideretur, facile poſſum intelligere, quod diverſæ corporis lucidi partes emittunt Radios diverſis Coloribus, aut aliis qualitatibus prænditos Lucem conſtituentes, ut diverſæ partes chordæ falſæ ſive inæqualis, aut aqua inæqualiter agitata in rivo ſive cataracta, aut diverſi tubi, quibus Organum pneumaticum conſtat, uno eodemque tempore inflati, aut omnia, quotquot ſunt, ſonantia corpora ſimul edunt ſonos diverſorum tonorum, qui promiſcue & confuſe per aerem propagantur. Et, ut, ſi adeſſent naturalia corpora valentia reflectere ſonos certi cujuſvis toni, & ceteros reſtinguere vel tranſmittere, tunc Echo confuſam omnium Tonorum congeriem in certum illum Tonum converteret, cui reflectendo corpus reſonans idoneum eſt; ſic, (quoniam, concedente ipſo animadverſionum Auctore, dantur corpora apta ad reflectendos Radios certi cujuſdam Coloris, & ceteros aut reſtinguendos aut tranſmittendos,) poſſum facile intelligere, quod hæc corpora, ſi omnibus Coloribus permiſtis irradientur, illo ſolo, quem reflectent, Colore imbuta apparebunt.

Objectionum autem Auctorem difficultates in hæc innuentem, dum neſcio quid dicit de fidium antequam percutiantur, aut aeris ſonitu in Organorum pneumaticorum follibus, antequam ad Tubos perveniat, non magis intelligo, (fatendum

dum enim eſt,) quam ſiquis loqueretur de Luce in lignis antequam ſuper focum reponerentur, aut in oleo, quod Lucerna continet, antequam, ad flammam alendam, in ellychnium aſcenderet.

VII.

Difficultates, quæ in obſervationum Auctoris diſſertatione occurrunt, ab hypotheſibus abſtrahuntur, & generalius ponderantur.

Vides igitur quam alienum ab incœpto ſit de hypotheſibus diſputare. Quapropter, denique, ex animadverſionum Auctoris diſſertatione difficultates excerpam, & eas, nulla hypotheſium habita ratione, in genere conſiderabo. Illæ autem ad haſce tres Quæſtiones omnino redigi poſſunt.

Primo. *Utrum inæquales Refractiones, quæ accidunt, quæcunque demum ſit Incidentiarum inæqualitas, oriantur a diverſa diverſorum Radiorum Refrangibilitate; vel a diviſione, extenſione, aut ſeparatione ejuſdem Radii in divergentes partes?*

Secundo. *Utrum omnino ſint duo Colorum genera, vel plura?*

Tertio. *Utrum Albedo ſit omnium Colorum permiſtio?*

VIII.

Quod Radii non dividuntur neque aliter dilatantur.

Harum Quæſtionum *primam* ſuperius experientia definitam invenire potes; quæ eo ſpectat, ut demonſtretur longitudinem imaginis coloratæ non oriri neque ex vitri inæqualitate, neque ex alia pravitate fortuito Refractiones deformante. Quarum pravitatum fortuitarum, nullam novi, quæ facilius in mentem veniat, quam fortuita Lucis diviſio aut extenſio illi ſimilis, quam *Carteſius* deſcribit in ſuo libro de *Ætherеis Refractionibus* Cometæ caudam explicaturus, aut quam nunc animadverſionum Auctor produci ſupponit a diviſione vel rareſactione pulſuum ſuorum æthereorum. Quo harum pravitatum ſuſpicionibus obviam irem, dixi, quod ad contrarias partes duobus Priſmatibus, quorum unum poſt aliud poſitum erat, Lucem refregeram, eo conſilio, ut ſecundum Priſma deſtrueret quidquid primum juxta Naturæ leges effecerat, & palam faceret quidnam fortuito accideret, repetitis nempe Refractionibus hæc adventitia augentibus. Nunc, ſi, inter cetera, primum Priſma disjunxiſſet ac diſcidiſſet quemque Radium in indefinitum divergentium partium numerum, ſecundum Priſma pariter ſingulas haſce partes in totidem indefinitos numeros iterum diſtraxiſſet & diſcerpſiſſet, qua re Imago magis adhuc fuiſſet dilatata, contra eventum. Id autem accidere debuiſſet, quia hæ lineares divergentes partes aliæ ab aliis, quod ad Refractionem attinet, non pendent, ſed earum quælibet eſt æque verus & perfectus Radius, ac totus ille antequam in vitrum incideret, ut perſpicies, ſi ſingulos ſeorſum intercipias.

Quam rationi conſona ſint hæc, melius fortaſſe tibi apparebit, poſtquam, præter jam relata, ſingulatim enarravero, quod aliquoties ſecundum Priſma primo tranſverſum collocavi, ſic periculum facturus, utrum oblonga Imago redderetur quadrata ob Refractiones quæ eunt tranſverſæ iis, quæ Imaginem rotundam in oblongam produxerant. Nam, ſi, inter alias fortuitas pravitates, primi Priſmatis Refractio Radium linearem dividens illum in ſuperficialem diſtraxiſſet; Refractiones ſecundi Priſmatis ad prioris oppoſitas partes factæ, debuiſſent, iterum dividendo, hunc ſuperficialem Radium in ſolidum pyramidalem dilatare & diducere. Sed aliter, ſe rem habere, facto periculo, comperi; Imago ſiquidem æque accurate oblonga erat ac ante, ſed ad ambo Priſmata angulo quadraginta quinque graduum inclinabatur.

Etiam tentavi, quid efficeretur Priſmate alios ſitus obtinente, ejus extremitates

in orbem agens circa meditullium ; & nunquam aliquid præter ſolitum obſervavi . Imago ſemper ad utrunque Priſma erat ſimiliter inclinata ; & ejus latitudo Solis diametro reſpondebat, longitudo autem modo major, modo minor, prout Refractiones magis ſeſe mutuo adjuvabant, vel deſtruebant.

His obſervationibus liquet , quod , quoniam Imaginis latitudo non augebatur ab oppoſitis ſecundi Priſmatis Refractionibus , Refractio confecta fuerat ſine Radii diviſione aut dilatatione ; & ideo fatendum eſt , quod ſaltem Lux, quæ in hoc Priſma inciderat , erat congeries quædam Radiorum *inæqualiter refrangibilium* eo ſenſu, quo ego verba hæc accipio. Et, quoniam Imago erat ad ambo Priſmata æqualiter inclinata, & idcirco ſimiles utriuſque Refractiones, hinc conficitur, quod eæ fiebant juxta eandem conſtantem Legem, ſine ulla fortuita pravitate.

IX.

Quod Colores primigenii ſunt plures, quam duo.

Ut *ſecunda* Quæſtio ſolvatur , Auctor animadverſionum affert periculum inſtitutum duabus pixidibus cuneatis , de quo mentionem facit acutus *Hookius* in *Micographia* ſua *Obſerv.* 10. *pag.* 73. Volebat autem hoc pacto Colores omnes extundere e duobus ſimul permiſtis . Sed duplici vitio exemplum hoc laborare videtur . Non enim conſtat , quod in hoc tentamine Colores omnes ex duobus prolati ſint; neque, ſi id conſtaret, hinc conficeretur quod concludere volebat Auctor.

Non omnes Colores a duobus hoc experimento progigni , vel hinc liquet, quod tinctura Aloes , quæ horum Colorum unum præbebat , ubique non erat ſimiliter Colorata, ſed ad vaſculi aciem flava apparebat, & rubea in locis aliis , in quibus altior erat, atque ſuppeditabat diverſos omnes Colores , quotquot ſunt a flavo diluto ad rubeum ſaturum aut coccineum uſque , pro variis liquoris craſſitudinibus . Eodem pacto ſolutio Cupri , quæ alterum Colorem præſtabat , diverſis cæruleis & indicis infecta erat . Ita ut non duo Colores , ſed quamplures ad aliorum generationem adhibiti fuerint. Sic, exempli gratia , ad effingenda omnia viridium genera diverſi Flavedinis gradus cum cæruleo diluto miſcebantur ; atque elementa Purpuram componentia erant Colores coccineus atque cæruleus ſatur.

Jam ſi Auctor animadverſionum contenderet varios illos rubeos flavoſque , quibus pictus erat liquor unus , nec non cæruleos indicoſque, quibus alter erat illitus, eſſe non Colores diverſos, ſed potius unius ejuſdemque Coloris gradus ; id ſane foret ſibi pro conceſſo illud ipſum aſſumere, de quo diſputatur : Neque difficilius dare poſſim, quod Triemitonium, vel Tertia minor, & Ditonum, vel Tertia major ; ſive Hexachordum minus , vel Sexta minor , & Hexachordum majus , vel Sexta major , quarum uſus eſt in Harmonicis frequens , ſunt non duo ſoni diverſi , ſed potius gradus unius ejuſdemque ſoni . Sane multo ſatius mihi videtur Senſibus credere , qui monent rubeum & flavum duos eſſe Colores differentes , & philoſophicam Quæſtionem inſtituere , quomodo liquor idem , pro variis craſſitudinibus , apparere valeat modo hujus, modo illius Coloris; quam eos accipere pro eodem Colore, quia ab eodem liquore miniſtrantur. Quæ ratio ſi ſufficeret, cæruleus & flavus pro eodem Colore forent habendi , ſiquidem ambo in ligni nephritici tinctura perſpiciuntur. Quod autem ſint duo Colores, melius, mea quidem ſententia evincitur ratiocinio . Etenim Aloes tinctura ita natura comparata eſt, ut præ omnibus facillime tranſmittat Radios rubro Colore inditos, difficillime vero Radios violaceo præditos, & facilius difficiliuſve Radios intermediis Coloribus infectos . Itaque liquor hic, ubi valde exilis eſt , ſatis virium habere poteſt, ut quamplurimos Radios violaceos intercipiat , quanquam quamplurimos ex diverſimode coloratis tranſmittat ; qui Colores omnes commiſti medium quendam , videlicet flavum languidiorem , debent componere . Sed, ubi adeo craſſus eſt , ut plures cæruleos & virides intercipiat, reliqui virides, flavi, & rubei aureum conflare debent. Quando autem liquoris

ris craſſitudo tanta eſt, ut perpauci Radii illum tranſjicere poſſint, præter rubeos, l quor ipſe Colorem hunc ducere debet, & quidem eo magis ſaturum & obſcurum, quo craſſior eſt liquor. Eadem intelligenda ſunt de pluribus cærulei gradibus, quos exhibet cupri ſolutio, quæ ſcilicet apta eſt ad facillime intercipiendos Radios rubeos, & tranſmittendos Radios cæruleo ſaturo, vel indico Colore imbutos.

Sed, ponamus, quod omnes Colores, ſecundum hoc experimentum, ex horum duorum permiſtione producere liceat; non tamen hinc conficitur duos illos tantum eſſe primigenios Colores; idque duplicem ob rationem; Prima eſt, quod hi duo non ſunt Colores primigenii, ſed ex aliis compoſiti; nullus etenim eſt in rerum natura liquor, corpus nullum, cujus Color diurnæ Luci expoſitus omnino ſimplex ſit. Secunda vero eſt, quod quamvis hi duo eſſent primigenii, & quamvis reliqui omnes ex hiſce duobus componi poſſent, non ideo ſequeretur, quod obtineri alio pacto nequirent. Jam enim dixi Colores duas habere origines; cum Color, qui, ſenſu judice, unus idemque videtur, ſit aliquando ſimplex, aliquando compoſitus; & ſatis perſpicue docui in *Propoſitionibus tertia* & *quarta*, atque in *Concluſione*, quænam eſſent proprietates, quibus hæc duo Colorum genera, aliud ab alio, diſcernere liceret. Sed, quia nonnulla me ad eredendum inducunt, quod non bene intellecta ſit hæc diſtinctio, illam iterum explicabo, & exemplis planiorem faciam.

Colores illi primigenii ſunt, qui nullo artificio mutari poſſunt, & quorum Radii omnes ſimiliter refrangibiles ſunt: Compoſiti autem Colores ſunt illi, qui in alios converti poſſunt, & quorum Radii non ſunt omnes ſimiliter refrangibiles. Exempli gratia, ut dignoſcas utrum Color, quo viride quoddam objectum imbutum eſt, ſit compoſitus, necne; objectum illud tranſpice per Priſma, & ſi confuſum vides, ejuſque extremitates cæruleo, flavo, aliiſve differentibus Coloribus pictas, viridis ille Color compoſitus eſt ex Coloribus, qui circa extremitates emergunt. Sed ſi vides diſtinctum, probe terminatum, & extremitatibus omnino viridibus circumcluſum, nullo alio emergente Colore; viridis ille Color ſimplex eſt & primigenius. Eodem pacto, ſi refractus Lucis Radius in parietem album incidens viridem Colorem exhibet, noſces utrum Color ſit compoſitus, ſi Radium interpoſito Priſmate refringas; nam, ſiquam percipis diſſimilem Refractionum rationem, & ſi viridis Color migrat in cæruleum, flavum, aut quoſvis alios, hinc licet colligere illum compoſitum eſſe ex his, qui ſic apparent. Si vero Refractiones omnes uniformes ſunt, & ſi viridis Color nullam prorſus patitur mutationem, primigenius eſt atque ſimplex. Primigenium autem ſimplicemque ejuſmodi Colorem viridem appello, quia talis Color hiſce proprietatibus præditus nulla aliorum Colorum admiſtione produci poteſt.

Nunc, ſi duo viridia objecta Oculo nudo inſpecta ejuſdem Coloris videri poſſunt; quanquam alterum viſum per Priſma appareat confuſum aliiſque Coloribus variegatum circa extremitates, alterum vero diſtinctum & omnino viride: & ſi dari poſſunt duo Lucis Radii, qui, album parietem incidentes, nudum Oculum eodem Colore percellunt; quorum tamen alterum tranſmiſſum per Priſma ſimiliter eademque ratione refringatur, atque priſtinum Colorem ipſiſſimum retineat, alterum vero diſſimiles patiatur Refractiones, & in plures alios Colores divaricet: dabitur, opinor, duos hoſce virides Colores differentem habere tum originem tum ſtructuram. Et ſi, Colores miſcendo, nunquam componere licet viridem iis proprietatibus præditum, quibus gaudet immutabilis ille viridis, hunc, puto, appellare fas eſt Colorem ſimplicem, præſertim cum ejus Radii ſimiliter refrangibiles & omnino uniformes ſint.

Eadem via ineunda eſt cum perpenditur utrum rubeus, aureus, flavus, cæruleus, & quivis alius Color compoſitus ſit, necne. Atque, ut obiter dicam, quoniam omnia, quæ alba cernuntur, viſa per Priſma, confuſa & coloratis finibus circumſcripta conſpiciuntur, patet, quod Color albus, juxta diſtinctionem quam ſtatuimus, compoſitus ſemper eſt, ut & complures alii Colores, quia valde confuſi ſunt, & Refractionibus mutabiles.

Hæc

Digitized by Google

Hæc anſam præbent tibi enarrandi qua ratione perfici valeant Microſcopia per Refractionem; ſi nimirum id, quod obſervandum venit, in obſcurato cubiculo poſitum, irradietur Luce prædita idoneo aliquo Colore non admodum compoſito; hoc enim pacto Microſcopium ſine confuſione majores Lentium diametros & latiores hiatus admittet, præcipue ſi conſtructa ſint ea ratione, quam mox tradam; nam vulgaria hinc non multum emolumenti caperent.

X.

Quod albus Color ex omnibus aliis miſtis conſtat.

Supereſt nunc, ut *tertiam* Quæſtionem ponderemus, utrum ſcilicet Color albus ſit homogeneus, an heterogeneus, & ex aliis omnibus compoſitus? Experimentum, quod ad eam perſolvendam attuleram, animadverſionum Auctor putat aliter explicari poſſe, & idcirco nihil probare. Sed ſibi ipſe facile ſatisfacere potuiſſet tentando quidnam ab omnium Colorum miſtura conficeretur. Quinimo experimentum ipſum a me relatum ei ſatisfeciſſet, ſi pluribus modis illud excuſſiſſet. De uno ego loquutus fueram, cujus rationem nullam ab eo habitam video, quod nempe ſiquis Color prope Lentem intercipiatur, albus in alios degenerabit: ſi Colores omnes, præter rubeum, intercipiantur, unicus ille rubeus in puncto, ubi Radii concurrunt aut ſe decuſſant, album non conſtituet, ſed æque rubeus, ac ante permanebit; atque idem dicendum eſt de ceteris Coloribus. Itaque oſtendendum eſt, non ſolum quomodo Radii, qui, antequam coirent, exhibebant Colores, ubi concurrunt, album ſuppeditent; ſed etiam, quomodo, in eodem loco, in quo ſingula Radiorum genera ſeorſum ſingulos Colores ſubminiſtrabant, omnes ſimul confuſi album efficiant. Exempli cauſa, ſi Color rubeus ſolus primum in papyrum tranſmittatur ad concurſus locum, atque deinde alii Colores ſuper rubeum hunc injiciantur, quærendum erit utrum hi Colores rubeum in album convertant ideo tantum, quod cum eo miſcentur, eo pacto, quo cærulea Lux ſuper flavam cadens ponitur viridem componere? Vel, utrum major quædam mutatio fiat in Coloribus, dum in ſe mutuo agunt, donec, ut contrariæ *Peripateticorum qualitates*, ſimiles evadant? Quiſquis hoc ultimum per leges mechanicas explicare volet, duas abſurditates ſuperandas offendet. Etenim primo debet oſtendere, quomodo plures diſſimiles motiones colliſione ita in ſe invicem agant, ita mutuo ſe mutent, ut in unam eandemque uniformem coaleſcant; ſecundo, quo pacto uniformis motio valeat, nulla inæquali impreſſione ſuperveniente, ſemet ipſa ſeparare in quamplurimas motiones certa ratione inæquales. Et præterea me docere debet, quomodo omnia, quæ Oculis percipiuntur, eundem Colorem non ducant; ideſt, quomodo Colores in aere, ubi Radii a corporibus quoquoverſum emiſſi perturbate miſcentur, ſimiles non evadunt antequam ad Spectatoris Oculum perveniant.

Quod ſi reſtaret aliquis dubitandi locus, ſatius eſſet quæſtionis ſolutionem permittere experimento aliis rationibus tentato, quam aſſentiri explicationibus ab hypotheſi ductis, & quæ, ut maxime, veræ eſſe poſſunt. Exempli gratia tentetur quam ſpeciem induant hi Colores, dum ſe quamcitiſſime conſequuntur. Quod facile perficere licet, ſi nempe celeriter convertatur rota pluribus radiis ſive dentibus circa perimetrum inſtructa, quorum interſtitia & craſſitudines ſint æquales, latitudines autem tantæ, ut, rota inter Priſma & album Colorum concurſum poſita, Colorum dimidium a radiis vel dentibus intercipiatur, dimidium per interſtitia tranſeat. Rota ſic diſpoſita, eam principio lente convertes, ut videas Colores omnes unum poſt alium cadere in eandem partem papyri collocatæ ad eorum concurſum; deinde rotæ motum accelera donec Colores ſe tam cito conſequantur, ut ſingulos ſeorſum videre nequeas; & Color hinc exſurgens erit albus omnino ſimilis illi, quem exhibet non refractus Lucis Radius, quando eadem ratione per vices interrumpitur radiis vel dentibus rotæ circumvolutæ. Quod autem Color ille

Digitized by Google

albus originem ducat ex Colorum ſibi ſuccedentium miſtura, & nullo pacto ad ſimilitudinem redactorum, certo certius eſt; niſi forte quę eodem tempore non exiſtunt, tamen poſſunt mutuo in ſe agere.

Adſunt etiam aliæ veritatis detegendæ & in aperto ponendę rationes; puta, reſpiciendo albam Colorum coalitionem per alterum Priſma Oculis quampropius admotum, eorumque originem perpendendo; quod fiet, ſi quis aliquem Colorem intercipiat prope Lentem antequam ad album perveniat; tunc enim Color interceptus deſiderabitur inter eos, quos ſecundum Priſma Albedini ſuperinduxerat. Jam, ſi Radii, qui deſunt, ſunt illi ipſi, qui intercipiuntur, fatendum eſt Radios a ſecundo Priſmate non imbui novis Coloribus, quos videlicet non haberent antequam in papyro coirent. Et hoc ſatis argumenti eſt, quod Radii differentibus Coloribus prędıti manent diſtincti in Albedine, & quod a pręviis eorum affectionibus oriuntur Colores Priſmatis ſecundi. Atque, obiter, quę de Radiorum Coloribus dicta ſunt ad eorum Refrangibilitatem accommodari debent.

Hic etiam uſurpari poteſt Rota, de qua ſupra mentio facta eſt; nam, ſi ea neque nimium lente neque nimium velociter circumagatur, licebit per Priſma videre Colores alios aliis ſuccedentes, dum alius Spectator nudo Oculo album perſpiciet.

De hoc experimento nonnulla quidem dicenda ſuperſunt. Sed hæc ſufficiunt, opinor, ad illud confirmandum, & controverſiam dirimendam. Quidquid ſit, pergam indicare alias rationes procreandi Coloris albi per miſtiones; nam perſuaſum habeo hanc, prę ceteris aſſertionibus, paradoxam videri, & omnium difficillimam quæ recipiatur. Et quoniam animadverſionum Scriptor ſibi poſcit exemplum aliquod e corporibus diverſimode coloratis petitum, hinc initium faciam. Sed circa negotium illud venit animadvertendum, quod ejuſcemodi colorata corpora non totam Lucem, in ea cadentem, ſed aliquam tantum reflectunt, ut conſtat ex decima tertia *Propoſitione*. Qua de cauſa Lux, quæ ab hac congerie reflectitur, languidior eſſe debet, utpote quę pluribus Radiis deſtituta fuerit. Idcirco vivida Albedo ſperanda non eſt, ſed potius Color quidam inter Lucis & Umbræ Colores medius, aut leucophęus ſqualliduſve Color, qualem albo & nigro ſimul miſtis licet conficere.

Quod autem ejuſcemodi Color hinc ſit oriturus, colligi poteſt vel ex pulvere illo, qui in omnibus Domuum angulis adeſt, & qui conſtat ex multis coloratis particulis, ut jam obſervatum fuit. Poteſt etiam ſqualliduſ iſte Color obtineri miſcendo plura pigmenta, qualibus Pictores utuntur. Idem pariter conficietur Turbinem (quo Pueri ludunt) diverſis Coloribus pingendo; qui, ſi verbere circumagatur, ſqualentis hujus Coloris videbitur.

Horum autem Colorum compoſitio propoſito meo inſervit, nam, non Coloris genere, ſed tantum nitoris gradu ab Albedine diſcrepant: quod ſic (ſi animadverſionum Auctor negat) evincam. Solaris Lucis Radius in obſcuratum cubiculum admittatur, ac Lux iſta a corpore quomodocunque colorato reflexa papyrum irradiet: papyrus illa ſemper referet Colorem, quo imbutum eſt corpus Lucem reflectens, qua irradiatur. Si rubeum eſt corpus hoc, papyrus rubeſcet; vireſcet, ſi viride; atque ita porro. Cujus rei ratio eſt, quod fibrę, ſeu fili, quibus papyrus concreſcit, pellucentes ſunt omnes & ad ſpeculi naturam accedunt; ejuſcemodi vero corpora Colores nullo pacto mutatos reflectere norunt omnes. Ut igitur diſpicias ad quodnam Colorum genus referendus ſit leucophęus, in Luce iſta colloca corpus aliquod Colore hoc tinctum, (puta, pigmentorum miſturam,) albamque videbis papyrum, quam Lux a corpore illo reflexa illuminat. Quod etiam accidet, ſi papyrum irradies Luce, quam nigra corpora reflectunt.

Sunt igitur omnes hi Colores unius ejuſdemque generis; verumtamen non ſolo nitoris gradu videntur differre, ſed etiam quibuſdam aliis inæqualitatibus, quibus magis Oculis moleſti aut jucundi fiunt. Diſcrimen autem in eo ſitum videtur, quod leucophæi, & fortaſſe nigri, Colores conficiuntur ab inæquali Lucis defectu, pro-

prodeunte tanquam a pluribus venulis aut rivulis, qui diſcrepant ſive Luminis quantitate, ſive inequali Radiorum diverſimode coloratorum diſtributione; quales debent accidere, cum Lux reflectitur ab albi & nigri vel corpuſculorum diverſis Coloribus infectorum permiſtione. Sed, poſtquam Lux hęc male permixta, perfectius miſta eſt dum iterum a papyro reflectitur, fit jucundior, atque languentem vel tenebricoſam Albedinem ſubminiſtrat. Quod vero diſcrimina hæc oriri poſſint ex tantillis vitiis, improbabile non videbitur reputanti quantas in ejuſdem toni ſonis varietates inducant inæquales & certa regula carentes diſſonantiæ. Præterea, hæc diſcrimina ſunt adeo exigua, ut aliquoties utrum omnino eſſent dubitaverim, cum animadverterem, quod duo corpora, alterum album, alterum nigrum juxta poſita, ſed hoc ſub magna Luce, illud ſub perexigua, ita ut corpora ipſa æqualiter luminoſa viderentur, difficile diſcerni poterant, ſi e longinquo ſpectarentur, niſi quod nigrum magis ad cæruleum vergere videbatur, album vero, poſitum in Luce adhuc debiliori, nigrum apparebat.

Hæc me duxerunt ad aliam rationem componendæ Albedinis, quæ eſt hujuſmodi; quatuor aut quinque corpora Coloribus magis ſplendentibus imbuta, aut papyrus tota Coloribus his apte diſpenſatis diſtincta & variegata, locetur ſub Lucis Radio; & Lux, quæ ab hiſce Coloribus ad aliam papyrum, commodo intervallo diſſitam, reflectitur, eam albere faciet. Papyrus ad Colores propius accedat, & ſingulæ ejus partes ſingulos illos Colores repræſentabunt, a quibus propius abſunt; removeatur, ut omnes ejus partes æqualiter omnes Colores recipiant, atque ii magis ac magis diluentur, donec papyrus perfectam Albedinem induat. Animadvertendum inſuper venit, quod ſiqui Colores intercipiantur papyrus jam non alba apparebit, ſed picta aliis Coloribus non interceptis. Nunc, nullam video rationem dubitandi utrum Albedo ſit, necne, permiſtio Radiorum diverſimode coloratorum & confuſe ſuper papyrum cadentium; etenim, ſi Lux evaderet tota ſibi ſimilis & uniformis antequam confuſe in papyrum caderet, multo magis talis fieri deberet, cum ad Spectatoris Oculos poſt majus intervallum devenit; atque ideo Radii a diverſis Coloribus promanantes inter ſe qualitate non differre deberent, ſed omnes reſpicientis Oculum uno eodemque Colore ferire, contra experientiam.

Non diſſimile exemplum illud eſt, quod, ſi polita Metalli lamina ita diſponitur, ut in ea Colores tanquam in Speculo perſpiciantur, atque ea deinde aſpera reddatur, ut Colores iſti confuſa Reflexione miſceantur, ipſi evaneſcent, & dum miſcentur, Metallum album oſtendent.

Sed hoc experimentum adhuc confirmemus. Si, non papyrus, ſed alba ſpuma exiguis bullis conſtans illuminetur Radio a ſupradictis Coloribus reflexo, eam nudus Oculus albam videbit, qui tamen eximio Microſcopio munitus diverſos Colores diſtinctos in bullis perſpiciet, tanquam ſi a pluribus ſphæricis ſuperficiebus reflecterentur. Ego quidem quampropius ſtans Oculo nudo ſingulas bullas diverſis Coloribus variegatas vidi; & tamen, cum ita a ſpuma receſſiſſem ut unamquamque bullam ſeorſum videre nequirem, ſpumam prorſus albam ſum intuitus. Quinimo in eodem loco ſtans, ſi attentius bullas inſpiciebam, in iis Colores optime videbam, ſi vero Oculos ſubcludebam (veluti ſiquid longe diſſitum contuerer) quo res confuſas viderem ſpumam Coloribus omnibus deſtitutam, & tantum albam conſpiciebam. Quæ hic dixi de ſpuma, facile poſſunt intelligi de papyro & Metallo, in ſuperioribus experimentis. Harum enim rerum partes a Speculorum natura non admodum diſcrepant; & fortaſſe ope optimi Microſcopii, Colores promiſcue ab his reflexos non minus intueri liceret.

Varia colorata corpora in ea ratione miſcere, ut hi effectus excudantur, poteſt eſſe negotium ſubtilioris operæ conſiliique; & ſatius erit adhibere Colores Priſmate detectos & in parietem projectos, qui nempe reflexi Papyrum, Metallum, Spumam, atque alia alba corpora irradient. Ego quidem plerumque hoc pacto experimenta inivi, quia melius excludere poteram Lucem omnem diſperſam, quæ, ſeſe Coloribus immiſcens, eos dilataret.

V 2 Ad

Ad hanc Albedinis componendæ rationem poteſt etiam alia referri ; cum ſcilicet miſcetur Lux poſtquam tranſmeavit pellucida colorata corpora : Exempli gratia, ſi Lux nulla in Cubiculum admittatur præter eam, quæ tranſit per coloratum vitrum, cujus ſingulæ partes ſingulis Coloribus diſtinctæ ſint in ratione prorſus æquali, tunc omnia, quæ alba ſunt in Cubiculo, videbuntur alba, dummodo vitro nimium propinqua non ſint. Attamen, Lux, qua illuminantur, uniformis eſſe nullo pacto poteſt; etenim, ſi Radii, qui Cubiculum ingredientes diverſis erant Coloribus imbuti, quamcumque, dum in Cubiculum progrediuntur, mutationem paterentur, qua ad unam eandemque formam revocarentur, vitrum eoſdem adamuſſim reddere Colores non poſſet, cum e remotiori Cubiculi parte ſpectatur, quos exhibet eum propius eſt Spectatoris Oculo : neque Radii in aliud obſcurum Cubiculum immiſſi per oppoſitum Oſtium aut medianum parietem terebratum in papyrum ſpeciem vel imaginem vitri ſuis Coloribus picti projicerent.

Atque, ut obiter dicam, hoc videtur exemplum vehementer urgens, & valde faciens pro nonnullis aliis Theoriæ meæ partibus, & præcipue pro decima tertia Propoſitione. Nam in Cubiculo illo corpora naturalia quæcunque propriis omnia Coloribus diſtincta apparent. Atque in eo Colorum phænomena, quæcunque ſunt in rerum Natura, ſive per Refractionem ſive abſque Refractione perficiantur, eadem ſunt quæ ſub dio. Cum autem Lux in hoc Cubiculo ſit permiſtio conſtans ex partibus diſſimilibus, qualem deſcripſi in mea Theoria, omnium horum phænomenorum cauſæ eæ ipſæ debent eſſe, quas aſſignavi. Et nullam video rationem, qua ducar ad ſuſpicandum ne eadem phænomena ex aliis ſub dio cauſis exoriantur.

Hujus tentaminis exitum facile colligere licet ex facie, quam res habent in Templo vel Sacello, cujus feneſtræ ſunt ex vitro colorato ; aut in aere aperto, cum Lucem recipit per nubes diverſis Coloribus imbutas.

Sunt adhuc aliæ rationes, quibus Albedinem excudi ; ut projiciendo diverſos duorum aut plurium Priſmatum Colores in unum eundemque locum ; refringendo Lucis Radium duobus vel tribus Priſmatibus quorum unus excipiebat Lucem ab altero jam refractam, ut Colores divergentes iterum convergerent ; aliquem Colorem reflectendo alium verſus, & per Priſma inſpiciendo ſuperficiem pluribus Coloribus pictam ; atque etiam, (quod æquipollet jam memoratæ miſcendorum Colorum rationi concavis vaſculis coloratorum Liquorum plenis,) animadverti umbras vitreæ feneſtræ pictæ albas evadere, ubi illæ, quæ, a pluribus coloribus profluebant, ſeſe ad magnum intervallum decuſſabant. Attamen Animadverſor poteſt, ut ſcrupulum omnem removeat, tentare, ſi libet, quid conficiatur quatuor aut quinque concavis vaſculis liquorum pluribus diverſis Coloribus tinctorum repletis.

Præter hæc omnia, Colores, quos exhibent aqueæ bullæ, aliæque tenues pellucidæ ſubſtantiæ, complura ſufficiunt Exempla Albedinis eorum miſtura procreatæ ; e quibus unum huic argumento finem imponet. Aqua, in qua commoda ſaponis quantitas diſſoluta ſit, commoveatur donec in ſpumam concreſcat ; Deinde ſpuma omnino quieſcere permittatur neque amplius moveatur, quouſque perſpicias quod bullæ, quibus conſtat, incipiunt ſe diſrumpere ; tunc ſingularum bullarum vertices magna Colorum varietate diſtincti apparebunt, ſi tamen ſpumam valde prope diſpicias ; ſi vero eam intucaris a tanto intervallo ut Colores ab invicem diſtinguere nequeas, ſpuma perfecte alba videbitur.

XI.

Quod experimentum Crucis *tale eſt*.

Hactenus de conſilio & ſumma animadverſionum Obſervatoris. Superſunt tamen aliqua, de quibus mihi loquendum eſt antequam manum e Tabula tollam ; ut de *Experimento Crucis*, quod negat. Illud tanquam totius orationis meæ fundamentum ha-

habueram ; Contra illud idcirco converti debebat tota objectorum vis . Sed mihi perſuadere non poſſum quod non ſatis probet quia ſimplicit er & nulla addita ratione negatur . Proclivis ſum ad opinandum illud male intellectum fuiſſe ; ceteroquin omnibus quæ de Radiorum rarefactione & diviſione dicta fuerunt , obviam iviſſet : Siquidem eo ſpectabat, ut evinceretur quod Radii diverſis Coloribus prædi- ti , ſeorſum conſiderati , Refractiones patiuntur inæquales , quanquam ad eumdem angulum incidant ; cum tamen non dividantur , rarefiant, aut quocunque alio pacto dilatentur .

XII.

Nonnulla attentius conſideranda .

Animadverſionum Auctor primam & ſecundam ex meis Propoſitionibus excutiens , reddidit doctrinam meam valde imperfectam atque mutilam , eam omnino explicans per Radiorum diviſionem . Mihi tamen propoſitum erat oſtendere , quod hæ Refractiones perficiuntur ſine iſta ſuppoſita anomalia , de quo experimentum Crucis illum monere debuiſſet . Atque, ut generaliter loquar , video præcipua, quæ innueram ; & quibus Propoſitiones meas ſtabilire volueram , ejus conſiderationem fugiſſe, dum illas per hypotheſes explicare laborat : hujus generis ſunt immutabilitas gradus Refrangibilitatis , qui ad unumquodque Radiorum genus pertinet ; ſtricta analogia , quæ eſt inter Refrangibilitatis gradus atque Colores ; diſtinctio , quæ compoſitos a ſimplicibus Coloribus diſſociat ; immutabilitas Colorum ſimplicium ; aſſertio quod, ſi quis ex Coloribus a Priſmate prolatis prorſus intercipiatur , Colorem illum ſuperſtes Lux nullo pacto reparare poteſt, quantumvis refringatur aut reflectatur . Quapropter nunc expendatur, peropto , quantæ vis quantique momenti ſint hæc ad Theoriam meam corroborandam .

ARTIC. XVIII.

SUMMARIUM.

Epiſtolæ nuper ſcriptæ Lutetiæ Pariſiorum *ab Ingenioſo quodam viro , in qua continentur animadverſiones nonnullæ in* Nevvtoni doctrinam de Coloribus , *& in ea quæ conficiunt inæquales Radiorum Refractiones in Teleſcopiorum vitris .*

Tranſ. Philoſ. 21. Menſ. Julii An. 1673. Num. 96. pag. 6086.

VIdi quo pacto *Nevvtonus* Theoriam ſuam de Coloribus ſuſtinere contendat ; mihi quidem videtur capitalem queſtionem , que in *Nevvtonum* facta fuerit , eſſe , utrum ſint plura quam duo Colorum genera ? Ego quidem opinor quod hypotheſis , quæ mechanice & ex motus natura Colores flavum , viridem , & ceruleum explicaret , ad aliorum omnium rationem reddendam ſufficeret , eo quod hi , ſi tantum magis obſcuri & ſaturi fiant , progignunt , (ut conſtat ex *Hookii* Priſmate ,) rubeum & viridem obſcuros aut ſaturos ; ceteri vero Colores omnes ex hiſce quatuor componi poſſunt . Neque perſpicio , cur *Nevvtonus* duobus Coloribus flavo & ceruleo contentus non ſit ; quandoquidem inventu multo facilior eſt hypotheſis aliqua a motu pendens que explicet hec duo diſcrimina , quam altera que tot diverſitatum rationem reddat , quot ſunt alii Colores . Neque , donec ejuſcemodi hypotheſin commentus fuerit , dici poterit nobis illum oſtendiſſe quid ſit illud , in quo Colorum natura & diſcrimen ſita ſunt, ſed ſolum *Accidens* hoc , (ſane magni faciendum ,) videlicet *diverſam* eorum *Refrangibilitatem* .

Quod

Quod dicitur Albedinem conſtitui a Coloribus omnibus ſimul commiſtis, fieri poteſt, ut flavus & viridis ad eam præſtandam fortaſſe ſufficiant; atque ejus rei periculum facere operæ pretium eſt; & perfici poteſt experimento, quod *Nevvtonus* proponit, ſi nempe muro Cubiculi obſcurati excipiantur Colores, quos Priſma exhibet, & Lux eorum reflexa in papyrum projiciatur. Tunc cavendum eſt ne Colores, qui extremitates occupant, videlicet rubeus atque purpureus, in parietem impingant, in quem mittendi dumtaxat ſunt Colores intermedii, flavus nempe, viridis, & cęruleus, quo diſpiciatur an non Lux ex hiſce ſolis promanans æque papyro Albedinem inducat, ac cum ex omnibus profluebat. Quinimo, lucidior flavi Coloris pars fortaſſis idem efficere poſſet; animus eſt ejus rei periculum inſtituere cum primum opportunitatem nactus fuero, hęc enim ſuſpicio hoc ipſo temporis momento primum in mentem incidit. Interea vides, quod, ſi ſucceſſu hęc experimenta non deſtituantur, aſſeri nequit omnes Colores neceſſario ad hoc requiri ut Albedo componatur, & quod valde probabile eſt, alios omnes eſſe magis vel minus ſaturos Coloris rubei ex cęrulei gradus.

Denique, quod attinet ad inęquales Radiorum Refractiones in Teleſcopiorum vitris, certum eſt, quod experientia non conſentit cum iis, quæ *Nevvtonus* affirmat. Vides enim imaginem in Cubiculo exhibitam vitro objectivo duodecim pedum adeo diſtinctam & bene definitam eſſe, ut fieri non poſſit eam exoriri a Radiis aberrantibus quinquageſima hiatus parte. Itaque Refrangibilitatum diſcrimina, (ut antea me tibi dixiſſe puto,) non ſemper fortaſſe ſequuntur eandem proportionem dum Radii nunc multum, nunc parum ad vitri ſuperficiem inclinantur.

ARTIC. XIX.

Excerptum ex Epiſtola ab Iſaaco Nevvtono *ad Editorem data* Cantabrigiæ *A. D. tertium Menſis Aprilis* An. 1673., *in qua agitur de Colorum numero, de illis omnibus neceſſario miſcendis, ut Albedo componatur, deque cauſa, qua imago per vitra in obſcuratum Cubiculum intromiſſa tam diſtincta apparet, quamvis Radii inæqualiter refringantur.*

Tranſ. Philoſ. 6. Menſ. Octobr. An. 1673. Num. 97. pag. 6108.

Mihi videtur, quod N. non utitur genuina ratione perpendendi Colorum naturam, dum illos, qui jam compoſiti ſunt, componere pergit. Potius fortaſſe ſibimet ipſe ſatisfeciſſet, ſi Lucem, quantum Arte perficere licet, in Colores reſolviſſet, ac deinde ſingulorum horum Colorum proprietates examinaſſet; atque poſtea periculis detegere inſtituiſſet quidnam orietur, ſi duo, vel plures, vel denique omnes Colores iterum jungerentur; atque tandem, ſi eos rurſum ad hoc ſegregaviſſet, ut perſpiceret quaſnam mutationes ſecunda conjunctio illis induxiſſet. Nuper oſtendi, quod Colores omnes ex flavo & cæruleo reipſa nequeunt obtineri, unde conſequitur fundamento deſtitutas eſſe hypotheſes illas, quæ id fieri poſſe ſupponunt. Si petatur quinam Colores ex flavo & cæruleo nequeant extundi; reſpondeo omnes illos, quos primigenios ſtatui; & ſi contrarium experimentis oſtendatur, me in errorem incidiſſe confitebor. Neque facilius eſt hypotheſim aliquam moliri aſſumendo duos tantummodo Colores eſſe primigenios, quam indefinitam eorum varietatem admittendo; niſi forte facilius ſit ſupponere corpuſculis aut pulſibus æthereis dumtaxat ineſſe duas figuras, magnitudines, & velocitatum aut virium gradus, quam earum rerum indefinitam varietatem conſtituere; quæ ſuppoſitio ſane foret abſurda. Nemo indefinitam fluctuum in Mare, vel arenarum in litore varietatem miratur; quæ ſi duarum omnino magnitudinum eſſent, exhiberent phænomenum plane conceptu difficile. Mihi quidem mirum videretur, ſi diverſæ corpuſculorum lucidum corpus conſtituentium partes, quæ ſupponi debent diverſis preditę figu-

figuris, magnitudinibus, & velocitatibus, duo tantum motionis genera adjacenti medio æthereo imprimerent, aut alia quacunque ratione duo ſolummodo Radiorum genera ſufficerent. Sed, extra propoſitum meum eſt perpendere quo pacto Colores per hypotheſes explicari poſſint. Quinimo neque mihi animus eſt oſtendere in quo verſetur Colorum natura atque diſcrimen; ſed tantum commonſtrare, quod illi *de facto* ſunt primigeniæ & immutabiles qualitates Radiorum illos exhibentium; aliiſque relinquere curam harum Qualitatum naturam atque diſcrimen per mechanicas hypotheſes explanandi; quod negotium non difficile reor. Non tamen hæc intelligi vellem, quaſi totum Colorum diſcrimen poſitum eſſet in *diverſa* horum Radiorum *Refrangibilitate;* etenim *diverſa Refrangibilitas* hac una ratione illorum productioni conducit, quod Radios, quorum ſunt qualitates, disjungit. Hinc ſequitur, quod iidem Radii eoſdem exhibent Colores, quando aliis modis ſeparati ſunt, ut eorum *diverſa Reflexibilitate*, de qua qualitate nihil hactenus dictum fuit.

Deinde N. oſtendere conatur, quod, ad hoc ut Albedo componatur, non omnes Colores neceſſario miſcendi ſunt. At, ſi miſceantur flavus, viridis, & cęruleus, ſine rubeo & purpureo, ut ille ad hoc ipſum proponit, habebitur non Albedo, ſed Viriditas; & fulgentiſſimæ flavi Coloris partes nullum alium Colorem, niſi flavum, ſubminiſtrabunt, ſi experimentum inſtituatur in Cubiculo bene obſcurato, ut opus eſt; quia Lux colorata valde Refractione debilitatur, & ideo fit aptior, quæ a quavis alia vaga Luce ſeſe illi permiſcente diluatur. Veruntamen adeſt unum aut alterum experimentum nuper memoratum, quibus apparet me Albedinem elicuiſſe ex duobus tantummodo Coloribus, & quidem pluribus modis; ut ex aureo & cæruleo ſaturo; ex rubeo & cæruleo diluto; ex flavo & purpureo, & ex aliis intermediorum Colorum paribus. Experimentum magis accomodatum ad id perficiendum eſt cum unius Priſmatis Colores mittuntur apta quadam ratione ſuper Colores alterius Priſmatis. Sed non video hinc ſequi, quod N. contendit. Siquidem duo Colores illi ex aliis compoſiti erant; & idcirco Albedo inde exſurgens, (ſi proprie loqui velimus,) ex illis omnibus compoſita erat, & ex duobus tantum ſecundo compoſita. Exempli gratia, Color aureus compoſitus erat ex rubeo, aureo, flavo, & aliquo viridi; cæruleus ex purpureo, cęruleo ſaturo, cęruleo diluto, & aliquo viridi, cum omnibus eorum intermediis gradibus; unde patet, quod aureus & cęruleus ſimul conficiebant omnium Colorum congeriem, quibus Albedo conſtituitur. Sic, ſi quis pulveres rubrum, aureum, & flavum miſceat ad componendum aliquem aureum; & viridem, cęruleum atque purpureum ad conficiendum aliquem cęruleum; & denique has miſturas permiſceat ad obtinendum Colorem cinereum; hic cinereus, quamvis ſecundo compoſitus ex duabus dumtaxat miſturis, tamen ex omnibus ſex pulveribus non minus componitur, quam ſi pulveres iſti uno eodemque tempore omnes permiſti fuiſſent.

Hæc adeo ſunt plana, ut nullum ſupereſſe poſſe ſcrupulum mihi habeam perſuaſum, iis præſertim, qui norunt quo pacto ſit inveſtigandum utrum Colores ſint ſimplices vel compoſiti, & ex quibus Coloribus conſtent; quod, cum alio loco fuerit explicatum, hic repetere neceſſarium non duco. Quapropter, ſi N. vult aliquid evincere illi oſtendendum eſt quomodo liceat Albedinem conficere ex duobus Coloribus ſimplicibus; quod cum oſtenderit, tunc ei dicam quare nihil inde conficere poteſt. Sed, nullum, credo, ejuſcemodi experimentum inveniri poteſt, nam, quantum memini, olim periculum feci miſcens, ordine, omnia ſimplicium Colorum paria; &, licet harum miſturarum nonnullæ, eſſent dilutæ, & propius, quam aliæ, ab Albedine abeſſent, nulla tamen vere alba dici poterat. Sed, cum aliquot Anni jam præterierint, ex quo factum fuit experimentum hoc, non bene ſatis circumſtantiarum memini; quapropter aliis iterum tentandum commendo.

Poſtremo, ſi crediddiſſem, quod imago, quam (exempli cauſa) vitrum objectivum duodecim pedum projicit in obſcuratum cubiculum, tantum contra me faceret, eo quod diſtincta eſt, quantum N. libet affirmare, Theoriam meam in hoc deſeruiſſem, antequam eam proponerem. Nam, quod hanc difficultatem cogitatione

ne

ne comprehenderim, conjicere potes ex eo, quod alicubi in mea prima Epiſtola, ad hoc ipſum ſpectans, aio me mirari, quod Teleſcopia ad tantam perfectionem perducta ſint Refractionibus, quæ tam extra regulam vagantur. Sed, hanc difficultatem ſublaturus, dicam, quod, quamquam ponam maximam aberrationem, qua Radius alter ab altero diſtat, eſſe circiter quinquageſimam vitri Diametri partem, attamen, maximum ſpatium, quo diſtant a punctis in quæ cadere deberent, eſt ſolummodo centeſima hujus Diametri pars. Præterea Radii, quorum tanta eſt aberratio, pauci videbuntur, ſi conſerantur cum illorum numero, quibus accuratior Refractio contingit. Quandoquidem Radii, qui cadunt circa vitri meditullium ſatis accurate refringuntur; quod etiam accidit iis, qui, cum prope perimetrum cadant, præditi ſunt mediocri Refrangibilitatis gradu. Superſunt igitur ſoli Radii, qui & cadunt circa perimetrum & aut nimium aut non ſatis refringuntur, qui imaginem, quantum ſenſibus percipi valeat, confuſam reddant. Qui præterea, adeo debilitantur, eo quod per magnum ſpatium diſpergantur, ut Lux, quæ cadit in puncta in quæ cadere debet, infinities denſitate ſuperet eam, quæ circa illam in orbem diffunditur. Hæc aſſertio, puto, paradoxa videri poteſt, tamen certe demonſtratione firmari valet. Quinimo, etiamſi Lux, quæ tranſit per medias vitri partes, tota interciperetur, tamen Lux, quæ ſupereſt, ad puncta, ad quæ debet, conveniret infinities denſior quam ad alia loca. Et hoc denſitatis exceſſu fieri poteſt, opinor, ut Lux quæ cadit in ipſo puncto, in quod cadere debet, aut ita prope, ut intervallum Oculorum aciem fugiat, *Senſorium* tanta vi percellat, ut cum ea collata, percuſſio Lucis aberrantis, quæ circa illud in orbem extenditur, ſatis fortis non ſit ut animadvertatur, ſive ut imagini confuſionem inducat magis a ſenſibus diſcernendam, quam quæ experientia comperitur.

Hæc, puto, ſufficiunt ad oſtendendum quo pacto imago adeo diſtincta appareat, quamvis unam eandemque legem Refractiones non ſervent. Quibus ſi contentus non eſt N., tentare poteſt, ſi libet, quam diſtincta ſit hæc imago, cum tota Lens tecta eſt, præter duo foramina poſita utrinque juxta ejus extremitates; &, ſi, rebus ſic ſtantibus, dignatur metiri latitudinem Colorum hoc pacto exſurgentium ad ſolaris imaginis extremitates, inveniet fortaſſis, quod propius accedunt proportioni a me indicatæ, quam expectat.

ARTIC. XX.

Reſponſio (ad ſuperiorem Epiſtolam) ad Editorem data A. D. decimum Menſis Junii An. 1673. *ab eodem Pariſienſi Philoſopho, qui nuper dictus fuerat ſcripſiſſe Epiſtolam jam relatam ſub* Num. 96. pag. 6086.
Tranſact. Philoſophic.

Ibidem pag. 6112.

QUod attinet ad ſolutiones a *Nevvtono* relatas diluendi cauſa difficultates, quæ propoſueram in ejus Theoriam de Luce & Coloribus, illis reſpondere poſſem, quin & novas difficultates afferre; ſed, cum obſervaverim, quod *Nevvtonus* ſententiam ſuam tuetur multa cum contentione, diſputationem aggredi nolo. Sed, quid ſibi voluit, obſecro, cum dixit, quod, etiamſi *oſtenderim quomodo liceat Albedinem componere ex duobus ſimplicibus Coloribus, tamen nihil inde conficere poſſem?* Aſt ipſe aſſeruit ad Albedinem conſtituendam omnes Colores primigenios eſſe neceſſarios.

De ratione, qua conciliat vitrorum convexorum effectum, dum tam accurate Radios congregant, cum propoſitionibus, quas ipſe ſtatuit de inæquali Refrangibilitate, plane mihi ſatisfecit. Attamen fateri debet, quod hæc Radiorum aberratio non eſt tantum opticis vitris damnoſa, quantum ipſe nobis ſuadere voluiſſe videtur, cum pro-

propoſuit Specula concava tanquam ſola, quibus ſpes eſſet perficiendorum Teleſcopiorum. Optimum quidem eſt ejus cogitatum, ſed Metalli defectu nunquam actu perfici poſſe videtur, ut formarum conficiendarum difficultas ab uſu removet *Carteſii hyperbolas*. Itaque, mea quidem ſententia, opera danda eſt vitris ſphæricis, quæ jam de nobis tam bene meruerunt, & quæ majorem adhuc perfectionem ſuſcipere poſſunt, tum ſi Teleſcopiorum longitudo augeatur, tum ſi vitri ipſius natura corrigatur.

ARTIC. XXI.

Nevvtoni *ad ſuperiorem Epiſtolam reſponſio, qua dilucidius explanatur ejuſdem* Theoria de Luce & Coloribus, *& præſertim de Albedine; quaque exponitur ſpes perficiendorum Teleſcopiorum ope Reflexionum potius quam Refractionum, quam adhuc habet.*

COlorum negotio, cum dixi quod quando N. oſtendiſſet *quomodo Albedo ex duobus ſimplicibus Coloribus obtineri poſſit, ei dicerem quare nihil ex hoc conficere poſſit*; id mihi volebam, quod hæc Albedo, (ſi qua tamen eſt) non eaſdem Proprietates haberet ac Albedo illa, ad quam reſpiciebam cum *Theoriam* meam deſcriberem, hoc eſt, ac Albedo, qua immediata Solis Lux prædita eſt; quæ paſſim ſenſus noſtros percellit; & cujus hucuſque phænomena conſideraveram. Et quod hęc proprietatum diverſitas evinceret duas has Albedines eſſe diverſæ naturæ: ita ut iſthæc Albedinis generatio non modo meæ Theoriæ non adverſaretur, quin etiam illam potius illuſtraret atque confirmaret; cum ex diſcrimine, quod inter hanc & alias Albedines intercedit, liqueret alias non, ut hanc, duobus tantum Coloribus componi. Qua de cauſa ſi N. aliquid probare vult, neceſſe eſt ut ex duobus primigeniis Coloribus Albedinem extundat, quæ non ſolum Oculo nudo ceteris Albedinibus ſimilis videatur, ſed etiam cum illis in omnibus aliis proprietatibus conveniat.

Ut autem intelligatur quænam diſcrepantia inter ejuſcemodi Albedinem & alias interſit, & quo pacto hinc ſequatur alias eſſe aliter compoſitas, hanc Theſin ſupponam.

Compoſitus aliquis Color reſolvi nequit in plures ſimplices Colores, quam quibus eſt compoſitus.

Id videtur evidens per ſe ipſum, & periculum feci pluribus rationibus, & hac pręcipue. Sit (*Fig.* 10. *Tab. II.*) α oblongum albæ papyri fruſtum latum pollicis triente aut quadrante circiter, & irradiatum in obſcuro Cubiculo duobus Coloribus commiſtis, quos duo Priſmata in illud injiciunt; hi Colores ſint, exempli gratia, ſatur cęruleus & coccineus, quorum quilibet eſſe debet, quantum commode fieri poteſt, ſimpliciſſimus; deinde ab illa papyro digreſſus ſatis magno intervallo, puta, octodecim aut viginti quatuor pedibus, eam intuere per vitreum vel cryſtallinum Priſma triangulare atque perſpicuum papyro parallele poſitum; atque diſpicies duos Colores a ſe mutuo remotos tanquam duas papyri imagines, ut delineatæ ſunt in β & γ: hic autem β coccineum Colorem, & γ cęruleum repręſentat; neque intereſt viridis aliuſve Color quicunque.

Nunc ex jam poſita theſi hęc duo colligo.

Primo, quod, ſi reperiri poteſt aliqua ratio, componendæ Albedinis ex duobus tantum Coloribus ſimplicibus, hęc Albedo iterum reſolvi non poterit in plures, quam in duos.

Secundo, quod, ſi aliæ Albedines, ut ea qua prædita eſt ſolaris Lux, &c., re-

ſolvi poſſunt in plures, quam in duos Colores ſimplices, (ut poſſe experientia comperio,) ex compoſitæ debent eſſe ex pluribus, quam ex duobus.

Ut hæc planiora fiant, ſit A (*vide eandem Fig.* 10.) album corpus illuminatum a directo Radio Solis in obſcurum Cubiculum per anguſtum foramen intromiſſo; & ſit α aliud ſimile corpus irradiatum a duobus Coloribus ſimplicibus commiſtis, qui, (ſi fieri poteſt) illi album Colorem omnino ſimilem Colori ipſius A inducant: deinde a ſatis magno intervallo reſpice per Priſma utramque hanc Albedinem; atque A quidem diſpicies mutatam in ſeriem cunctorum Colorum, rubei, flavi, viridis, cęrulei, purpurei, cum intermediis eorum gradibus ordine ſibi ſuccedentibus ex B in C. Sed α, juxta memoratum experimentum, in duos Colores illos, ex quibus compoſita fuerat, & eos quidem non conterminos, ut Colores qui ſunt in B C, ſed inter ſe diſſitos, ut ad β & γ, propter inęqualem Refrangibilitatem Radiorum, ad quos pertinent. Atque hoc pacto, duabus hiſce Albedinibus collatis, manifeſtum erit eas eſſe diverſimode conſtitutas, & A ex pluribus, quam α, Coloribus conſtare. Ita ut opinio, pro qua pugnat N., acceſſione novi generis Albedinis potius Theoriam meam promoveat, quam contra eam faciat. Sed nullam hujuſce Albedinis componendæ ſpem video.

De eo, quod dicit N., *quod*, ſcilicet, *ego meam doctrinam non ſine contentione tueor*, fateor aliquantiſper mihi injucundum eſſe eaſdem offendere objectiones quibus antea reſponderam, nulla adjecta ratione, cur meæ reſponſiones non ſufficiant. Illæ totæ ad id ſpectabant, ut oſtenderent alios exiſtere ſimplices Colores pręter cęruleum flavumque. Exemplum attuleram ſimplicem vel homogeneum viridem, qualis confici nequit miſtione cærulei & flavi, ſive aliorum Colorum quorumlibet. Pariter demonſtraveram, cur, etiamſi Colores omnes ex duobus componere liceret, non tamen inde ſequeretur hoſce duos eſſe ſolos Colores primigenios. Cujus aſſertionis rationes compares, obſecro, cum iis, quæ nunc de Albedine dicta ſunt. Item, quod omnes Colores neceſſario requirantur, ut Albedo componatur, conſtare poteſt ex illo experimento, in quo affirmavi, quod, ſi quis Color prope Lentem intercipiatur, Albedo, (quæ ex illis omnibus exſurgebat,) in eum Colorem, qui componitur ex reliquis, mutabitur.

Nihilominus, quia nonnulla male accepta fuiſſe videntur, quid de hoc argumento ſentiam ſequenti methodo paulo magis aperire conabor.

DEFINITIONES

DEFIN. I.

Lucem homogeneam, ex partibus ſimilibus conſtantem, aut uniformem eam appello, cujus Radii ſunt æqualiter refrangibiles.

DEFIN. II.

Heterogeneam autem illam, cujus Radii ſunt inęqualiter refrangibiles.

SCHOLIUM.

Tres ſunt Lucis affectiones, quibus Radios diſcrepare deprehendi, videlicet *Refrangibilitas*, *Reflexibilitas*, & *Color*; qui autem Radii Refrangibilitate congruunt, congruunt etiam duabus aliis affectionibus, & idcirco bene vocari poſſunt homogenei, pręcipue cum paſſim illa homogenea dicere ſoleamus, quæ talia ſunt qualitatibus, quas dignoſcere valemus, quamlibet aliis qualitatibus, ad quas cognitio noſtra ſe non extendit, ſint fortaſſis aliquatenus heterogenea.

DE-

DEFIN. III.

Colores ſimplices vel homogeneos illos voco, qui ab homogenea Luce miniſtrantur.

DEFIN. IV.

Compoſitos vero vel heterogeneos illos, qui ab heterogenea Luce exhibentur.

DEFIN. V.

Diverſos Colores nuncupo non modo eminentiſſima eorum genera, nempe rubeum, flavum, viridem, cæruleum, purpureum, ſed etiam omnes alios tenuiſſimos gradus; prorſus ut in Muſicis non tantummodo gradus eminentiſſimi, ſed omnes quoque minimi pro diverſis Sonis habentur.

PROPOSITIONES

PROPOSITIO I.

Lux Solis conſtat ex Radiis, qui indefinitis Refrangibilitatis gradibus diſcrepant.

PROPOSITIO II.

Radii, qui Refrangibilitate differunt, poſtquam disjuncti ſunt, proportionaliter diſcrepant Coloribus, quos exhibent.

Hæ duæ *Propoſitiones* facti ſunt.

PROPOSITIO III.

Tot ſunt ſimplices aut homogenei Colores, quot Refrangibilitatis gradus.

Siquidem ad ſingulos Refrangibilitatis gradus pertinent diverſi Colores, (*per Propoſ. II.*,) & horum Colorum quilque ſimplex eſt, (*per Defin. I.*, *& III.*)

PROPOSITIO IV.

Albedo, quæ omnino & in totum ſimilis ſit illi, qua prædita ſunt immediata Solis Lux, & ea quæ ſenſibus noſtris percipi ſolent, componi nequit ex duobus tantummodo Coloribus ſimplicibus.

Etenim, ejuſcemodi compoſitio conſtabit ex Radiis duos dumtaxat Refrangibilitatis gradus habentibus, (*per Defin. I.*, & *III.*;) qua de cauſa ſimilis eſſe non poteſt ei, quæ Solis Lucem conſtituit, (*per Propoſ. I.*;) neque, ob eandem rationem, ei quæ ineſt rebus albis, quas diſpicere ſolemus.

PROPOSITIO V.

Albedo, quæ omnino & in totum ſimilis ſit illi, qua prædita eſt immediata Solis Lux, componi nequit ex ſimplicibus Coloribus, niſi adſit indefinita eorum varietas.

Nam, ut talis exoriatur compoſitio, requiruntur Radii præditi indefinitis Refrangibilitatis gradibus, (*per Propoſ. I.*;) hi vero ſecum trahunt totidem Colores ſimplices, (*per Definit. I.* & *III.*, atque *Propoſ. II.*, ac *III.*)

Ut iſthæc aliquanto planiora fiant, affero etiam Propoſitiones ſequentes.

Digitized by Google

PROPOSITIO VI.

Radii Lucis in ſe viciſſim non agunt, dum per idem medium tranſeunt.
Conſtat ex nonnullis ſuperioribus locis, & ulteriorem probationem admittit.

PROPOSITIO VII.

Radii Lucis nullam, dum refringuntur, Qualitatum mutationem patiuntur.

PROPOSITIO VIII.

Neque poſtea ex adjacente quieto medio.

Hæ duæ Propoſitiones manifeſtæ ſunt *de facto* in homogenea Luce, cujus neque Color neque Refrangibilitas ullo pacto poſſunt mutari ſive per Refractionem ſive per quieſcentis medii terminationem. Sed, quod attinet ad Lucem heterogeneam, quoniam ea nihil eſt niſi congeries plurium generum Lucis homogeneæ, cujus quodlibet genus non magis immutatur, quam ſi ſolum eſſet, quia Radii in ſe viciſſim non agunt, (*per Propoſ. VI.*,) ſequitur, quod congeries ipſa nullam mutationem pati poſſit.

Duas iſtas Propoſitiones melius evincere ſingillatim licet experimentis nimis longis, quam quæ hic deſcribantur.

PROPOSITIO IX.

Nullus homogeneus Color Refractione poteſt e Luce excudi, qui antea permiſtus in ea non fuerit.

Siquidem (*per Propoſ. VII.*, & *VIII.*,) Refractione Radiorum qualitates non immutantur, ſed ſolummodo diſſociantur, ope diverſæ Refrangibilitatis, illi, qui diverſis qualitatibus præditi ſunt.

PROPOSITIO X.

Solis Lux eſt congeries conſtans ex indefinita homogeneorum Colorum varietate.

Conſtat ex Propoſitionibus I., III., & IX.

Hinc eſt, quod homogeneos Colores etiam primigenios appellavi.

Et hæc quidem de Coloribus dicta ſint ſatis.

Libuit N. innuere, quod Radiorum aberrationes, ortæ ab inæqualibus eorum Refrangibilitatibus, neque tantæ ſunt, neque adeo vitris damnoſæ, quantum velle videor ut credantur eſſe, dum concava Specula, tanquam unicas perficiendorum Teleſcopiorum ſpes propono. Sed calamum arripere dignetur, & conſerre aberrationes genitas a vitro cum iis, quæ generantur a ſpeculo Radios ad idem, ac vitrum, intervallum colligente; atque perſpiciet quam hallucinatus ſit, & quod extra rectam rationem, (ut arbitratur,) non ſum divagatus, cum Reflexiones Refractionibus antetuli. Difficultates, quas offendi ait, dum rem actu perficere volumus, novi ſummas eas eſſe, & rationibus, quibus negotium hoc tentatum fuit, inextricabile puto. Sed eſt alia ratio, quam ſuperius innui, & qua a veriſimili non alienum reor poſſe in majoribus Teleſcopiis confici, quæ ipſe in minoribus perfeci, ſed non ſine diligentia majore, & cura atque arte ſubtiliore, quam quæ vulgo ſoleant adhiberi.

A R-

ARTIC. XXII.

FRANCISCI LINI

Doctiſſimi Viri Epiſtola ad Amicum Londini *degentem, qua continentur nonnullæ Animadverſiones in* Iſaaci Nevvtoni Theoriam *de* Luce *&* Coloribus *nuper editam in his Tractatibus.*

Tranſ. Phil. 15. Menſ. Jan. An. 16$^{74}_{75}$ Num. 110. pag. 217.

HONORATE DOMINE.

CUm noverim te ſemper humane accipere ejuſmodi naturæ ſcripta, quale hoc eſt, a quocunque demum veniant, me non male facturum arbitror, ſi, quanquam tibi non notus, narravero, quod, cum nuper philoſophicas Tranſactiones pervolverem, ut perſpicerem ſiquid in iis reperire poſſem, quod faceret ad commentatiunculam quandam de Optica, quæ mihi præ manibus eſt, incidi in Epiſtolam *Iſaaci Nevvtoni* Mathematum Profeſſoris in Univerſitate Cantabrigienſi, in qua loquitur de experimento, quod fecit per exiguum foramen admittens in obſcurum Cubiculum Lucis Radium, qui per vitreum Priſma tranſmeans, & ad oppoſitum parietem perveniens, ibi pingit *Spectrum* diverſis Coloribus variegatum, & cujus longitudo multo latitudine major eſt; cum tamen, ſecundum receptas Refractionum leges, potius formam Circularem aſſumere debuiſſet. Quo experimento innixus, vitioſas reputat has vulgares Refractionum leges, novamque ſuam Lucis Theoriam conſtituit diverſis Radiis diverſam Refrangibilitatem tribuens, nulla habita ad Angulum Incidentiæ ratione &c.

Equidem, Domine, nullum mihi reſtat dubium de hiſce, quæ Doctiſſimus Auctor affirmat; & ipſe, rebus eodem pacto diſpoſitis, obſervavi diſcrimen illud, quod inter Spectri colorati longitudinem & latitudinem intercedit; ſed nunquam id perſpicere licuit quando prope Solem Cœlum erat ſerenum & a nubibus immune: ſed hæc inæqualitas inter longitudinem atque latitudinem tum ſolummodo apparebat, cum aut Sol per albam nubem tranſlucebat, aut nonnullas proximas nubes illuſtrabat. Tunc autem ſane mirandum non eſt, ſi memoratum Spectrum magis in longitudinem quam in latitudinem extendebatur; nubes etenim ſic illuminatæ, quod ad Colores attinet, ſimiles erant magno cuidam Soli, & ad foramen multo majorem interſectionis angulum faciebant, quam veri Radii ſolares; & idcirco totam Priſmatis longitudinem irradiare poterant, & non exiguam dumtaxat ejus partem, quam illuſtratam videmus a veris Radiis ſolaribus per idem parvum foramen tranſeuntibus. Idem perſpicimus etiam in veris Solis Radiis, cum totum Priſma illuminant; etenim, quamvis, ubi Cœlum eſt ſerenum, Radii ſolares tranſmiſſi per tenue foramen nunquam efficiant Spectrum magis longum quam latum, quandoquidem exiguam tantummodo Priſmatis partem occupant; attamen, ſi foramen ita augetur ut totum Priſma a Solis Radiis illuſtretur, illico diſpicies Spectri longitudinem non parum latitudinem excedere; qui exceſſus ſemper eo major erit, quo magis Priſmatis longitudo latitudinem ſuperat. Hinc deduco, quod Spectrum, a docto Auctore viſum magis longum, quam latum, effectum non erat a veris Radiis ſolaribus, ſed ab iis, qui ab aliqua fulgente Luce profluebant, ut dictum fuit; quapropter, quod *Lucis Theoria* hoc *experimento* innixa ſtare non poteſt.

Quæ hic dicta ſunt hac una egent confirmatione, mero experimento, quod quilibet

libet ſtatim inſtituere poteſt; neque ego hac occaſione periculum iſtud feci, ſed fere elapſi ſunt triginta Anni, ex quo illud una cum pluribus aliis experimentis ad Lucem pertinentibus oſtendi digniſſimo experimentalis Philoſophiæ Promotori *Kenelmo Dygbæo*, cum, huc profectus ut Spadenſibus aquis uteretur, ſeſe nonnunquam in meum Cubiculum obſcuratum (*Leodii*) reciperet, ut videret varia Lucis phænomena effecta diverſis Refractionibus & Reflexionibus, obſervationes in illa faciens; qua arte ſi uſus eſſet *Nevvtonus*, cum memoratam inæqualitatem, qua differt hujus Spectri colorati longitudo ab ejuſdem latitudine, explicare conatus eſt, nunquam opus hoc, quod perfici nequit, ſuſcepiſſet.

Supereſt, honoratiſſime Domine, ut te certiorem facias, quod res a mente mea prorſus aliena accideret, ſi error, de quo hic verba feci, labeculam aliquam doctiſſimi hujus Viri famæ adſpergeret. Egomet ipſe in errorem eundem potuiſſem incidere, ſi, cum primum periculum illud inſtitui, Sol alba nube fuiſſet involutus, ut illi accidiſſe videtur. Quapropter, tibi negotium ulterius faceſſere deſinens, me declaro

Tibi obſequentiſſimum

A. D. 6. Octob. 1674.

Franſciſcum Linum.

ARTIC. XXIII.

Reſponſio ad ſuperiorem Epiſtolam.

Ibidem. pag. 219.

Litteræ, quas ad me dandas cenſuiſti complectentes animadverſiones quaſdam in *Nevvtoni* Theoriam de Luce, & Coloribus innixam experimento illi, quo Solis Radius per exiguum foramen in obſcurum Cubiculum immittitur, nulla alia reſponſione videntur egere præter hanc, quod nempe tibi libeat conſiderare Schema additum ſecundæ *Nevvtoni* reſponſioni ad Patrem *Pardies*; & pro certo habere, quod experimentum, quale ibi delineatum eſt, inſtitutum fuit die ſereno; & Priſma poſitum, quam-maxime fieri potuit, prope feneſtræ foramen, ita ut nullus Luci locus ſupereſſet ad divaricandum; atque quod imago colorata, hinc exorta, non erat parallela, (ut conjicis,) ſed ad Axem Priſmatis tranſverſa.

A R-

ARTIC. XXIV.

Epiſtola Franciſci Lini *ad Editorem data* Leodii *A. D. viceſimum quintum Menſis Februarii* An. 1675. ſt. n., *qua reponitur litteris editis ſub* Num. 110. *continentibus reſponſionem ad primam ejuſdem* Lini *Epiſtolam de* Iſaaci Nevvtoni Theoria de Luce & Coloribus.

Tranſ. Phil. Menſ. Jan. An. $167\frac{5}{6}$. Num. 121. pag. 499.

HONORATISSIME DOMINE.

IN litteris ad me datis A. D. decimum ſeptimum Menſis Decembris, & mihì redditis tantum circa Januarii finem, ais mihi pro certo habendum eſſe, *primo*, quod dies erat ſerenus cum periculum initum fuerat; *ſecundo*, quod Priſma ita prope foramen attingebat, ut nullus divaricandi locus Luci relictus fuiſſet; *tertio*, quod imago non, (ut ego conjeceram,) parallela erat ad Priſmatis Axem, ſed tranſverſa.

Fateor, Domine, quod aſſertiones iſtæ, ſi admittantur, omnino deſtruunt, quod dixeram, *Nevvtonum* ſcilicet a fulgida nube fuiſſe deceptum. Sed ſi eas comparemus primæ hujus experimenti enarrationi ab ipſo *Nevvtono* ſcriptæ, evidenter conſtabit illas admitti non poſſe, utpote frontibus adverſis pugnantes cum iis, quæ in illa narratione traduntur. Etenim ibi habetur, quod *extremitates imaginis coloratæ, quæ in oppoſitum parietem diſpiciebatur, & cujus longitudo, quinquies, præterpropter, latitudine major erat, videbantur ſemicirculares*. Attamen iſtæ *ſemicirculares extremitates* nunquam apparent die ſereno, quemadmodum oſtendit experientia. Hinc ſequitur, quod, contra *primam* aſſertionem, periculum factum non fuit die ſereno. Sed hæ ſemicirculares extremitates nunquam videntur, cum Priſma omnino prope foramen poſitum eſt; quod opponitur *ſecundæ* aſſertioni. Pariter nunquam diſpiciuntur; quando imago tranſverſa eſt ad longitudinem Axis Priſmatis, quod directo obverſatur *tertiæ* aſſertioni. Si vero, cum res aliquo ex tribus hiſce modis ſe habent, imago adeo magis longa eſt, quam lata, (quod facile fieri poteſt aliquantiſper convertendo Priſma circa ſuum Axem) ut longitudo fere quinquies latitudine major ſit, tunc altera imaginis extremitas figuram induet acuti Coni ſive Pyramidis ſimilis flammæ e Candela promananti, altera autem Coni paulo obtuſioris, quarum figurarum utraque longe abeſt ut ſemicircularis videatur. Sed, ſi imago excuditur cum Cœlum ſerenum non eſt, ſed fulgentibus nubibus obductum, & ſi Priſma non ponitur prope foramen, ſed commodo intervallo diſſitum ab illo, (ut poſitum vides in Schemate experimenti N. 84. *pag.* 4091., Tranſ. Phil. at *pag.* 31. hujus,) tunc hæ ſemicirculares extremitates ſemper apparent, & imaginis latera ſunt rectilinea, ad amuſſim ſecundum *Nevvtoni* deſcriptionem. Neque tamen longitudo imaginis tranſverſa eſt ad Priſmatis Axem, ſed parallela. Unde manifeſto conficitur, quod neque experimentum factum fuit die ſereno, neque Priſma ſitum ad foramen ipſum, neque tandem imago tranſverſa: ſed per fulgentem nubem; & imagine exiſtente parallela, (ut ego conjeceram;) & ſpero te ipſum nunc faſſurum, quod optimo jure conjecturam hanc feceram, quandoquidem tam bene cum narratione convenit. Quod etiam tibi monſtrabitur ab experientia, ſi libeat periculum facere, ut factum fuit in obſcuro Cubiculo, & obſervare diſcrepantiam, quæ inter imaginem effictam per fulgentem nubem, & eam, quæ ſufficitur ab immediatis Solis Radiis, intereſt; nam illam ſemper parallelam & extremitatibus ſemicircularibus definitam comperies; hanc vero tranſverſam terminatamque extremitati-

ti-

Digitized by Google

tibus pyramidalibus, ut ſupra dictum fuit, quandocunque magis longa quam lata apparebit.

Sed & alia deducere licet ex eadem narratione, quibus imaginem non tranſverſam fuiſſe demonſtretur. Si enim tranſverſa fuiſſet, *Nevvtonus* in *Opticis* tam verſatus, admiratione captus non fuiſſet, (ut ſe fuiſſe teſtatur,) videns ejus longitudinem tanto latitudinem ſuperare; quod eſt phænomenum obvium, & quod facile per vulgares Refractionum leges explicetur. Etiam locus ille, (in quo dicit, quod in hoc experimento Refractiones Radiorum incidentium æquales erant Refractionibus Radiorum emergentium,) rurſus evincit quod memorata oblonga imago erat non tranſverſa ſed parallela. Nam fieri non poteſt, ut imaginis tranſverſæ longitudo tanto latitudine major ſit, quin iſtæ duæ Refractiones valde fiant inæquales; ut computatio inita ſecundum vulgares Refractionum leges, & experientia conſpirantes teſtantur. Quapropter immerito *Nevvtonus* Patrem *Pardies* incuſat (*pag.* 4091. Tranſactionum, & *pag.* 31. hujus) quaſi hallucinatus eſſet, dum duas haſce Refractiones valde inæquales (*pag.* 488. Tranſactionum, & *pag.* 30. hujus) poſuit. Siquidem Vir ille in Opticis eruditus optime perſpexit, quod die ſereno tanta longitudinis & latitudinis diſparitas accidere non poſſet, niſi duæ illæ Refractiones pariter valde diſpares fierent. Hi duo loci, inquam, primo addi poſſent, & ampliore explicatione donari, ſi opus eſſet. Quod cum neceſſe non ſit, te amplius in his detinere deſino.

ARTIC. XXV.

ISAACI NEWTONI

Conſiderationes in ea, quæ ſuperius repoſita fuerunt, una cum quibuſdam monitis de ratione recte inſtituendorum experimentorum controverſorum; miſſæ ad Editorem e Cantabrigia *A. D. decimum tertium Menſis* Novembris *An.* 1675.

Ibidem. pag. 501.

DOMINE.

CUm a te mihi oſtenſæ fuerunt ſecundæ *Lini* litteræ, memini me dixiſſe, quod reſponſionem ſcribere arbitrabar negotium inutile; quandoquidem diſputatio non erat de ratiocinio aliquo, ſed de bona fide mea in referendo experimento quodam, cujus eventum ille negat futurum, qualis in mea edita Epiſtola deſcriptus eſt. Hæc autem diſputatio verbis dirimi nequit, ſed experimento rurſus inſtituto.

Intelligere nequeo quidnam *Linum* feſellerit; ſed ſuſpicor illum hoc experimentum non feciſſe poſtquam meam Theoriam legit, ſed niti veteribus notionibus, quibus ſe imbuerat antequam illi injecta fuiſſet aliqua cogitatio obſervandi figuram imaginis coloratæ. Quapropter eum rogo, ut, antequam reſponſiones iteret, ſemel illud tentet, ut ſibi ipſe ſatisfaciat, & quidem hoc pacto.

Accipiat aliquod Priſma, & illud ita collocet ut Axis ejus angulos rectos cum Radiis ſolaribus conſtituat, & in hoc ſitu illud ponat, quam-maxime poterit, prope foramen, per quod Sol obſcurum Cubiculum irradiat, quod foramen Piſi craſſitiem, circiter, habere debet. Deinde lente Priſma circa Axem ſuum convertat, & videbit Colores moveri per oppoſitum parietem, principio quidem illum locum verſus, ad quem ferretur directa Solis linea ſi Priſma abeſſet, deinde vero retroverſum. Quando Colores ſunt ad amuſſim inter haſce duas oppoſitas motiones, hoc

eſt,

Digitized by Google

eſt, quando ſunt quam-proximi loco, ad quem directi ſolares Radii tendunt, tunc Priſma immotum detineat; tunc enim Radii æqualiter ab utroque Priſmatis latere refringuntur. Priſmate hunc ſitum occupante, Colorum figuram obſervet, quam comperiet, non rotundam, ut contendit, ſed oblongam, & quidem eo magis oblongam, quo major eſt ille Priſmatis angulus, quem reflectentia plana comprehendunt, quoque remotior a Priſmate eſt paries, in quem Colores incidunt; Colores autem rubeus, flavus, viridis, cæruleus, purpureus, ordine diſpoſiti, ab altero figuræ latere aliud verſus non tendunt, ut ſecundum *Lini* conjecturam, ſed ab una ad alteram extremitatem; & longitudo figuræ ad Priſmatis Axem parallela non eſt, ſed tranſverſa. Hoc pacto ego experimentum inſtitui, quod felicem ſucceſſum non ſortietur, niſi dies ſerenus ſit, & niſi Priſma poſitum ſit ad foramen ipſum, aut ſaltem adeo prope illud, ut Solis Lux, quæ per foramen tranſjicitur, per Priſma etiam ita tranſmeare poſſit, ut ſub rotunda forma appareat, ſi papyro, ſtatim ac Priſma tranſgreſſa eſt, intercipiatur.

Cum hoc periculum fecerit *Linus*, ulterius, quæſo, tranſire dignetur, & illud inſtituat, quod appello *experimentum Crucis*. Quando enim hæc tentaverit, (quæ cum neget, perſpicio eum illa non tentaſſe, ut erant tentanda,) arbitror quod animus ejus expletus erit.

Memini, quod, poſt tres aut quatuor dies, ex quo mihi copiam feciſti legendæ ſecundæ Epiſtolæ a *Lino* ſcriptæ, ea de cauſa oſtendi primum ex his duobus experimentis nobili illi Viro, quocum eram tum, cum tu me, ob idipſum, viſum veniſti; dum vero huic experimentum iſtud oſtenderem, venit A. H. (Regiæ Societatis Membrum) cui pariter illud monſtravi. Et meminiſſe potes, quod R. H. ante hos duos aut tres annos, in litteris lectis coram Regia Societate atque ad me miſſis, teſtimonium dixit tum pro hoc ipſo experimento quod *Linus* in dubium revocat, tum pro omnibus illis, quæ continentur in mea prima de *Coloribus* Epiſtola, ut de experimentis quæ ipſe fecerat; & cum *Lini* litteras legiſti in ejuſdem Societatis conſeſſu, & dignatus es rogare, ut hæc experimenta coram Societate iterarentur, R. H. de illis verba fecit tanquam de rebus in controverſiam non revocandis. Sed ſi nondum coram illa fuerunt inſtituta, & Sociorum aliquis, homo *Lino* certus ac fidus, de iis dubitat, me ad nutum hæc experimenta oſtenſurum polliceor, ubi adeo felix ero, ut ſæpius Regiæ Societatis conſeſſibus adeſſe poſſim; neque rem intricatam futuram ſpero, ſiquidem perfici poſſunt, (quanquam non tam bene,) etiam Cubiculo non obſcuro, & uno horulæ octante. Licet, ſi *Linus* ea negare pergit, optarem ut fierent antequam opportunitas ferat ut apud eos ſim.

ARTIC. XXVI.

Excerptum ex Epiſtola Gaſcoinii *ex* Lini *nuper mortui Diſcipulis ad Editorem data A. D. decimum quintum Menſis Decembris An.* 1675. Leodii, *in qua continentur ſequentia verba, ad quæ ſpectare videtur ſequens* Nevvtoni *Epiſtola, quocum fuerunt communicata.*

Ibidem. pag. 503. *marg.*

SÆpius experimentum memoratum tentavit *Linus*, (nuper mortuus,) & plures ad illud videndum appellavit, & non ægre oſtendit omnibus illis, qui, aut forte in ejus Cubiculum venerunt dum illud conficeret, aut vel minimum illius perſpiciendi deſiderium teſtati ſunt; ita ut, quod ad experimentum attinet, hinc *Nevvtono*, nobis inde par ſit confidentia, quibus plane perſuaſum eſt, quod difficile ſtabit *Nevvtoni* experimentum, niſi forte diverſa ponendi Priſmatis ratio, aut fora-

minis amplitudo, aut aliqua ſimilis circumſtantia pariat diſcrimen, quod inter nos intercedit.

ARTIC. XXVII.

Excerptum ex altera Epiſtola a Nevvtono *ad Editorem data A. D. decimum Menſis Januarii, An.* 167 $\frac{5}{6}$, *ubi de eodem argumento agitur.*

Ibidem. pag. 556.

EX *Gaſcoinii* litteris ſuſpicari quis poſſet *Linum* experimentum inſtituiſſe alia, ac ego, ratione; quapropter expectabo donec ab ejus Amicis factum fuerit eo modo, quo nuper faciendum eſſe ſignificavi. Ad quod experimentum perficiendum prodeſſe poterit ſcire quod Priſma plures imagines miniſtrat. Harum prima eſt oblonga & Coloribus diſtincta, de qua verba facio; & hęc duabus tantummodo Reflexionibus obtinetur. Altera fit duabus Refractionibus, & una intercedente Reflexione; atque ea longa eſt ac Colorum expers, ſi anguli Priſmatis accurate ſunt æquales; erit autem Coloribus prædita, ſi anguli ad baſim reflectentem ſint inæquales, & quidem eo magis in ea Colores apparebunt, quo magis anguli iſti ſint inæquales, ſed etiam eo magis a rotunda figura diſcedet, niſi tamen anguli maxime ſint inæquales. Tertia imago conficitur unica Reflexione, & hæc ſemper rotunda & Colorum exſors. Dumtaxat autem timendum eſt ne per errorem *ſecunda* loco *prima* habeatur. Sed alia tamen ab alia diſcerni poteſt, non ſolum, quia *prima* eſt oblonga vividiſque Coloribus picta, ſed etiam quia altera altero modo movetur. Etenim, dum Priſma ſemper eaſdem partes verſus circa ſuum Axem convertitur, *ſecunda* & *tertia* celeriter moventur, & ſemper ad eaſdem partes eunt, donec evaneſcant; *prima* vero lente movetur, & ſemper lentior fit, donec ſtet, deinde regreditur, & retroverſum it ſemper velocius, quouſque evaneſcat in loco illo, in quo videri cœperat.

Si Cubiculo non obſcurato, Priſma ſtatuunt prope ligneam feneſtram, in aperta Solis Luce, ita ut Axis Priſmatis rectos angulos cum ſolaribus Radiis conſtituat, & deinde Priſma circa Axem ſuum convolvant, fieri non poteſt quin primam imaginem conſpiciant; qua inventa, papyrum bis aut ter in ſe replicare poſſunt, illamque circa meditullium perterebrare foramine lato circiter tertiam, aut tres quartas Pollicis partes, & ponere ſtatim ante Priſma, ita ut Sol per foramen hoc in Priſma Radios ſuos conjiciat; tunc autem, Priſmate retento & firmiter fixo in eo ſitu in quo imaginem ſtantem & immotam præbet, ſi imago directe cadit in oppoſitum parietem ſive papyrum a Priſmate remotam quindecim vel viginti pedibus, vel etiam amplius, imaginem videbunt oblonga facie, ejuſque extremitatem alteram Color rubeus, alteram purpureus, meditullium autem viridis ad cæruleum vergens occupabunt. Et ſi Cubiculum, quam-maxime poſſunt, obſcurum reddunt aulæis obductis aut alio quocunque pacto, ſic Colores valde conſpicuos obtinebunt.

Hæc ita ſingulatim ſum perſecutus, ut quicunque tandem, in cujus manibus inciderit Priſma, poſſit nulla difficultate & labore, experimentum iſtud inſtituere. Quod poſtquam hoc pacto conſecerint Amici *Lini*, progredi poſſunt ad illud repetendum in obſcuro Cubiculo, cujus lignea feneſtra perforata ſit. Tunc mittant, quæſo, deſcriptionem in qua ſingulatim & perſpicue narrent rationem, qua illud exſecuti fuerunt. Rem etiam mihi jucundam facerent, ſi me docere vellent quo pacto *Linus* hactenus hęc tentavit, ut, quid contra me facere poſſit, animadvertam.

ARTIC. XXVIII.

Peculiaris reſponſio Iſaaci Nevvtoni *ad Epiſtolam* Franciſci Lini *editam ſub* Num. 121. *pag.* 499. *Tranſact.* , (*& pag.* 55. *hujus*) *de experimento pertinente ad novam* doctrinam de Luce & Coloribus . *Hanc reſponſionem complectebatur Epiſtola ad Editorem data* Cantabrigiæ *A. D. undetriceſimum Menſis Februari* An. $167\frac{5}{6}$.

Tranſ. Phil. 25. Menſis Mart. An. 1676. Num. 123. pag. 556.

EX *Lini*, Epiſtola, cum eam legiſſem, quando tu mihi illam legendam præbuiſti *Londini* , nihil aliud retinere potui , quam , in genere , *Linum* inficiari , quæ ego affirmaveram , quapropter nuper nihil peculiariter aut ſingillatim reponere licuit ; ſed cum illius iterum perlegendæ facultatem in Tranſactionibus habuerim , vidi quod ille tibi ſuadere vult deſcriptionem experimenti hujus a me ſuffectam neque cum meis editis litteris , neque cum experientia conſentire : quapropter , nequis , qui haſce litteras non legerit , ſilentium de hac re meum pro confeſſione accipiat, non extra rem duco nonnulla ad te perſcribere, quibus ad hæc reſpondeam .

Ait, quod dum eum certiorem facis, quod , primo , *dies erat ſerenus cum periculum initum fuerat*. Secundo , *quod Priſma ita prope foramen attingebat , ut nullus divaricandi locus Luci relictus fuiſſet* . Tertio , *quod imago non parallela erat ad Priſmatis Axem, ſed tranſverſa* ; quod, inquam, *ſi aſſertiones has comparemus primæ hujus experimenti ennarationi a* memet-*ipſo ſcriptæ* in Philoſophicis Tranſactionibus Num. 80. pag. 3076., Tranſact. (& pag. 3. & ſeq. hujus ,) *evidenter conſtabit illas admitti non poſſe , utpote frontibus adverſis pugnantes cum iis , quæ in illa narratione traduntur* . Rationes , quibus innititur, hæ ſunt .

Primo, quod ego dixeram , *quod extemitates imaginis coloratæ videbantur ſemicirculares, id quod*, dicit ille, *nunquam accidit , cum res eſt aliquo ex tribus hiſce modis*. Atqui id eſt me , non contra memetipſum , ſed contra experientiam , in pugnam adducere: etenim experimentum ibi deſcribitur tamquam ſucceſſu gaudens, dum res omnibus illis tribus modis ſe habent ; & etiam nunc affimare pergo id eventurum eſſe . Alii experimentum ineant & judicium ferant.

Aſſerit inſuper, *quod Priſma ſitum eſt ad aliquod a foramine intervallum in ſchemate experimenti Num.* 84. *pag.* 4091. *Tranſact.*(24. hujus *Fig.* 7. *Tab. II.*). Sed, quid inde ? Schema illud ad demonſtrationem pertinet, non ad experimentum, & demonſtrationi inſerviſſet etiamſi hoc intervallum vicies majus poſitum fuiſſet, quam eſt. In ſchematibus experimenti Num. 80. pag. 3086. Tranſ. (27. hujus *Fig.* 2. *Tab. I.*) atque Numeri 82. pag. 5016. Tranſ. 24. (hujus *Fig.* 9. *Tab. II.*) delineatum eſt prope foramen , & ſatis prope in Schemate Num. 83. pag. 4061. Tranſ. (12. hujus *Fig.* 5. *Tab. II.*)

Sed *Lino* placet Oculos occludere hiſce Figuris , & eligere Figuram demonſtrationis, & quidem Figuram, a qua foramen prorſum abeſt. Etenim Schema Num. 84. pag. 4091. (*Vide Figuram* 7. *Tab. II.*) ejuſcemodi eſt , & in eo tantum non eſt Radiorum intervallum ad G L , ut foramen , ſi delineatum eſſet , ibi poni non potuiſſet, & eos tamen comprehendere . Sed ſi ſtatuere volumus foramen ad *x* , ubi Radii ſeſe decuſſant ; nihil tamen inde conficietur , quandoquidem intervallum *x* G, ſive *x* L eſt , circiter , dimidiata latitudo lateris Priſmatis ($\frac{1}{2}$ A C) quod , opinor , non æquat viceſimam partem intervalli , quod ſecundum ejus conjecturam requiritur .

Tertio addit , quod *alia deducere licet ex eadem narratione , quibus imaginem non tranſverſam fuiſſe demonſtretur . Si etenim tranſverſa fuiſſet* , Nevvtonus *in* Opticis

ram verſatus admiratione captus non fuiſſet , (*ut ſe fuiſſe teſtatur*) *videns ejus longitudinem tanto latitudinem ſuperare ; quod eſt phænomenum obvium* , & *quod facile per vulgares Refractionum Leges explicetur* . Sed e contra, potius dici poteſt , quod , ſi imago parallela fuiſſet , nunquam admiratione captus eſſem , illam videns tanto magis longam quam latam; eſt enim phænomenum maxime obvium , & nulla indigens explicatione . Etenim illi , qui communi ſenſu non carent perſpicientes totum Priſma , aut fere totum Radiis illuſtratum , nonne expectabunt in pariete Lucem eadem præditam figura oblonga , quam habet dum e Priſmate egreditur ? Itaque *Linus* , dum ratiocinium ſuum confirmare vult me dicens in Opticis valde peritum, illud deſtruit . Sed , quoniam dicit *Longitudinem imaginis me nulla admiratione afficere debuiſſe, ſi imago fuiſſet tranſverſa, cum id ſit valde obvium* , & *quod facile per vulgatas Refractionum leges explicetur*. Age, quilibet ſumat experimentum integrum , quale a me traditum fuit , hac videlicet Lege , ut *Refractiones ad utrunque Priſmatis latus ſint æquales* , & inter ſe conciliare tentet illud & vulgatas Refractionum leges . Contra hoc fieri non poſſe inveniet a me demonſtratum fuiſſe in mea ad Patrem *Pardies* reſponſione Num. 84. pag. 4091. Tranſ.

Denique objicit, quod *locus ille*, *in quo* dico *quod in hoc experimento Refractiones Radiorum emergentium æquales erant Refractionibus Radiorum incidentium*, Num. 80. pag. 3077. Tranſ. , (& pag. 2. hujus ,) rurſus evincit imaginem oblongam fuiſſe parallelam . Veruntamen hæc ipſa aſſertio ſatis probat me contrarium intellexiſſe, quia eſt valde a propoſito aliena, cum accipitur de imagine parallela, & valde neceſſaria, cum de tranſverſa. Quapropter quæ ſubjicit de Patre *Pardies*, omittere poterat , præſertim cum doctus ille Vir orationem meam de tranſverſa imagine intellexerit , & meis reſponſionibus acquieverit.

Hactenus ad *Lini* Epiſtolam reſpondi . Nunc , ut ejuſcemodi ſuſpiciones ab ejus Amicis auferam , ſi illis non ſufficit mea meæ ſententiæ declaratio, afferam nonnullos alios locos ex meis litteris , quibus cognoſcere poſſint , quomodo quæ dixi de ſæpius memoratis tribus hiſce circumſtantiis, ab initio fuiſſent intelligenda.

Quod ad *Diem* pertinet , ubique aperte dixi , quod experimentum factum fuerat in Luce ſolari, & in Num. 80. pag. 3077. Tranſ. (& pag. 2. hujus ,) quod imaginis latitudo, juxta menſuram, Solis Diametro reſpondebat. Sed, quia me falſum eſſe contenditur, rogo quomodo experimentum . quale narratum eſt ubi illud voco *Experimentum Crucis*, perfici poſſit die nubilo. Si enim *experimentum Crucis* , (cui totus innitor,) factum fuiſſe nequit die nubilo, extra rem eſt de die nubilo verba facere in primo experimento, quod tantummodo ad hoc introducit. Quo ſi contenti non ſunt, conſulant Tranſactiones Philoſophicas Num. 83. pag. 4060., (& pag. 313. hujus,). Ibi etenim dico quomodo, Lente ad Priſma applicata, rectilineæ extremitates oblongæ imaginis fiant magis diſtinctæ, quam cum Lens adhibita non fuerat. Quod accidere nequit , cum adeſt fulgens *Lini* nubes.

Veniamus ad *Priſmatis poſitionem*. Tibi dixi, Num. 80. pag. 3076. Tranſ., (& pag. 1. hujus,) quod ego Lucem in obſcurum Cubiculum *ingredientem Priſmate excepi*, & pag. 3085. Tranſ. , (at pag. 5. hujus ,) quod *lignea feneſtra foramine terebratur* , & *huic foramini aptatur Priſma ;* atque pagina proxima, quod *ABC repræſentat Priſma prope foramen F lignea feneſtra EG*: & juxta hæc prope foramen in Figura delineatum perſpicitur . Pariter pag. 3077. Tranſ. , (& pag. 1. hujus ,) dico quod imago *a foramine vel Priſmate diſtabat viginti duobus pedibus* ; quod in idem recidit ac ſi dixiſſem Priſma, (puta, Priſmatis latus foramini propinquius,) æque diſtare ab Imagine ac foramen ipſum, & idcirco Priſma & foramen eſſe quamproxima . Et pag. 3078. Tranſ. , (& pag. 2. hujus ,) ubi pro lignea feneſtra adhibeo aſſerem ſolutum , te moneo expreſſis verbis, quod aſſerem *collocavi ſtatim poſt Priſma*. Omnes hi loci in ipſa mea prima Epiſtola de Coloribus agente leguntur. Quis igitur credere poſſet, quod aliquis, qui hanc Epiſtolam legerit, ſuſpicaretur me Priſma poſuiſſe ad aliquod notabile a foramine intervallum , nedum ad tantum, quantum *Linus* ſupponit.

Nunc

Nunc de *imaignis poſitione* loquamur. Ea repræſentatur tranſverſa ad Priſmatis Axem in Figuris pertinentibus ad Numeros 80. 83. & 85.; & Num. 88. pag. 5093., Tranſ., (& pag. 30. hujus,) ubi utor duobus Priſmatibus ſe decuſſantibus, dico tibi totidem verbis imaginem ad utrumque tranſverſam fuiſſe angulo quinque & quadraginta graduum. Item computatio Num. 80. pag. 3077. Tranſ., (& pag. 280. & ſeq. hujus,) intelligi nequit, niſi imago parallela fingatur. Sed neque meæ de diverſa Refrangibilitate notiones alio pacto poſſunt intelligi. Etenim in *Lini* ſuppoſitione Radii, qui tendunt ad duas imaginis extremitates, æqualiter ſunt refracti. Quod ad Colores ſpectat, rubeus, juxta meam deſcriptionem, alterum imaginis extremum occupat, alterum vero cæruleus, quod locum habere nequit niſi in tranſverſa imagine. Quod etiam demonſtrari poteſt ex iis, quæ narro Num. 80. pag. 3076. Tranſ., (& pag. 1. hujus,) de oblonga imagine, quæ in orbicularem mutatur contraria ſecundi Priſmatis Refractione, & quæ explanantur in Num. 83. pag. 4061. Tranſ., (at pag. 17. hujus,). Nam hæc non poſſunt evenire in parallela *Lini* imagine: quapropter, ſi ad hæc *Linus* animum advertiſſet, nunquam in hanc cogitationem lapſus eſſet.

Hæc, arbitror, ſufficiunt, ad tres memoratas circumſtantias in apricum proferendas; &, harum ſingulas eviciſſe ſatis eſt ad ſerupulos omnes eruendos. Itaque *Lini* Amici nullum locum habent verendi, ne monita, quæ nuper iis miſi de ratione pericul ineundi, diverſa ſint ab iis, quæ ipſe ab initio ſecutus ſum, neque de ulla re ſolliciti debent eſſe, quam de experimento recte conficiendo. Attamen, quoniam *Gaſcoinio* libuit inſinuare me mihi non ſatis conſtare dum viam inſtituendi experimenti monſtro, moleſtum non ducam, omnia quæ de hac re dixi, in certa capita diſtribuere, & indicare ubi unumquodque caput reperire liceat.

Primo, de Priſmate habente angulum ſexaginta, aut quinque & ſexaginta graduum, circiter, agitur Num. 80. pag. 3077., Tranſ., (& pag. 1. hujus,) & 3086. Tranſ. (at 6. hujus.) Si angulus eſſet ſexaginta trium, circiter, graduum, ut illo Priſmate, quo me uſum dico Num. 80. pag. 3077., (& pag. 1. hujus,) omnia comperirentur ad amuſſim ſuccedere ſecundum deſcriptionem a me ibi traditam. Si vero eſſet major vel minor, veluti triginta, quadraginta, quinquaginta, aut ſeptuaginta graduum, Refractiones eſſent proportionaliter majores vel minores, & idcirco imago longior vel brevior. Si Priſma foret, quam-proxime, æquilaterum, (qualia paſſim eſſe reor in omnibus regionibus, ut in Britannia,) maximus angulus adhibendus eſt. Sed cavendum, ut ita diſponatur Priſma, ut Refractiones fiant a duobus Planis maximum angulum hunc comprehendentibus. Dum nonnulla, quæ ſunt in *Lini* epiſtola, conſidero, fere eo dueor, ut ſuſpicer illum in hoc erraſſe, quod crediderit imaginem æque longam exorituram ex parva Refractione, atque ex magna; ſed cum hic error tantus ſit, ut in Virum in Opticis verſatum cecidiſſe credi non poſſit, nihil affirmo, ſed hæc tantummodo *Gaſcoinio* indico, ut omnia ponderare poſſit.

Secundo, hoc Priſmate parato, ita locandum eſt, ut ejus Axis rectos angulos cum Radiis conſtituat, Num. 84. pag. 4091. lin. 18. 19. Tranſ., (ſed pag. 20. hujus). Exiguus error circa hoc, effectum, quod Senſibus noſci poſſit, non immutat.

Tertio, Priſma ſic aptari debet, ut Refractiones, quæ a duobus ejus lateribus fiunt, ſint æquales, Num. 80. pag. 3077. Tranſ. (& pag. 1. hujus) id quomodo expedite fieri poſſit convertendo Priſma circa ſuum Axem, & immotum illud ſiſtendo, quando imaginem inter duas contrarias motiones ſtare conſpicis, tum explicatur in ultimis meis deſcriptionibus, tum innuitur in anteriori Numero 80. pag. 3077. lin. 34. 35. 36. Tranſ. (& pag. 2. hujus). In hoc etiam ſi parvus error accideret, nocere non poſſet.

Quarto, foraminis diametrum ſtatui quartæ pollicis partis, Num. 80. pag. 3077. Tranſ., (ac pag. 1. hujus,) prope quod poſui Priſma, & etiam adeo prope ut eſſet contiguum (ibidem). Veruntamen hæc omnia ſollicite & religioſe ſervare nihil

hil eſt neceſſe. Foramen poteſt eſſe alicujus alterius amplitudinis, & Priſma ad aliquod a foramine intervallum, dummodo res ita ſint diſpoſitæ, ut Lux ſub rotunda figura conſpiciatur, ſi, ſtatim ac a Priſmate egreditur, ad rectos angulos intercipiatur. Sed, neque dies eſt anxie deligendus. Clariſſimus quiſque optimus eſt; ſed ſi qua nubes adeſſet, non inde multum detrimenti acciperet experimentum, dummodo Sol diſtincte per nubem eluceret.

Hiſce hoc pacto diſpoſitis, Lux refracta ad rectos angulos incidens in parietem vel papyrum ad viginti pedum intervallum a Priſmate, aut amplius, oblongam habebit faciem, eritque ad Axem Priſmatis tranſverſa, ejuſque extremitatem alteram Color rubeus, alteram vero purpureus tenebunt, atque illius longitudo, quinquies, (plus aut minus pro Refractionis quantitate,) latitudine major erit, latera ejuſdem erunt rectilinea, & extremitates confuſæ, ſed quæ ſemicirculares videantur.

Quapropter ſpero futurum, ut *Lini* Amici non diutius in incongruis cogitationibus hæreant, ſed experimentum tentent, ut *Gaſcoinius* eſt pollicitus. Atque, cum tibi *Gaſcoinius* dicat, quod, *quoniam experimentum ipſum eſt inſolitum & admirandum, & quoniam, præterea, ducit ad nova Optices principia, quæ communibus atque receptis ſunt adverſa, difficile erit de illius veritate perſuadere, donec omnibus ita ſit manifeſtum, ut pudor ſit illud inficias ire:* ſi hoc experimentum tam inſolitum exiſtimat, poteſt habere privilegium reddendi id adeo manifeſtum, ut pudor ſit illud inficias ire. Etenim audeo affirmare, nullum, poſt ejus teſtimonium, de eo dubitaturum. Neque dubito, quin ad experimentum hoc perficiendum perveniat; eſt enim tam planum atque facile, ut mente complecti nequeam quam viam inierit *Linus*, ut aberraret.

Dat. *Cantabrigiæ* ad diem viceſimum nonum Menſis Februarii, Ann. 167 $\frac{5}{6}$.

ARTIC. XXIX.

Epiſtola data Leodii *pertinens ad* Nevvtoni *experimentum de* Spectro colorato, *& continens nonnullas exceptiones ad ejus* Theoriam de Luce & Coloribus.

Tranſ. Philoſ. 25. Menſ. Sept. An. 1676. Num. 128. pag. 692.

HONORATISSIME DOMINE.

Cum *Gaſcoinius*, acceptis humaniſſimis litteris tuis datis A. D. duodeviceſimum Menſis Januarii, cum novis *Nevvtoni* monitis, careret commodis ad experimentum ſecundum memorata monita conficiendum neceſſariis, me rogavit ut quod illi deeſt ſupplerem. Quibus adductus plura tentamina confeci, de quorum exitu te monitum volo, hiſque ſubdam nonnullas exceptiones experimentis innixas in *Nevvtoni* Theoriam de *Luce* & *Coloribus*.

Mei Priſmatis angulus verticalis erat ſexaginta graduum; paries, in quem incidebat coloratum *Spectrum*, a feneſtra diſtabat octodecim, circiter, pedibus; diameter foraminis, quo lignea feneſtra terebrata erat, non multum aberat a pollicis quadrante, eamque diametrum, cum uſus fuit, ad medietatem uſque redegi, ſed eventus, quod ad maximum experimenti momentum ſpectat, ſemper idem fuit. Utrumque Priſmatis latus, quantum quidem efficere potui, Refractiones æquales præbebat; quæ idcirco erant graduum octo & quadraginta cum quadraginta minutis, computata refractiva vitri facultate ſecundum rationem ſinuum ut 2. ad 3. Priſma a feneſtræ foramine remotum erat intervallo, circiter, duorum pollicum; Cubiculum autem æque erat obſcurum ac nox obſcuriſſima, cum ſcilicet feneſtræ foramen erat obſtructum.

Quod ad meorum tentaminum exitum pertinet; ſemper comperi longitudinem ima-

imaginis coloratæ (tranſverſæ ad Priſmatis Axem) admodum ejus latitudine majorem, quotieſcunque ſereno die periculum aggreſſus ſum: cum vero aliqua nubes fulgida fuit prope Solem, aliquando conſpexi imaginem ad amuſſim, qualem *Linus* tibi deſcripſerat, videlicet magis latam quam longam, præſertim cum inter Priſma & foramen intervallum magnum intercedebat; quod experimetum cum receptis quoque Refractionum legibus conciliari poſſe non inficiabitur, puto, *Nevvtonus*. Et ſane, facile inter ſe conciliari poſſunt, tum duorum horum doctorum Virorum obſervationes, cum obſervationes iſtæ & Veritas; quandoquidem pro longitudine imaginis (ad Priſmatis Axem tranſverſæ) quando diei facies eſt perquam ſerena, dumtaxat pugnat *Nevvtonus*; *Linus* autem ſolummodo contendit majorem eſſe ejuſdem imaginis, ad eundem Axem parallelæ, latitudinem, cum fulgida nubes Solem obducit. Veruntamen, quod attinet ad ea, quæ, præterea, tradidit *Nevvtonus* & oppugnavit *Linus*, ſcilicet, quod imaginis Coloribus diſtinctæ longitudo *quinquies* latitudinis diametrum complectebatur; ego quidem nunquam diſcrepantiam illam triplo diametri majorem inveni, aut, plurimum, triplo cum dimidio dum Refractiones ab utroque Priſmatis latere æquales conficiebantur. Hactenus de rebus *Facti*.

Veniamus nunc ad *Nevvtoni Theoriam* de *Luce* & *Coloribus*. Fateor pulchram ſeriem acutiſſimarum & ſponte fluentium illationum ab eo contextam mihi fuiſſe, dum primo ſua ſcripta legi, firmum indicium pro novæ ſuæ Doctrinæ veritate, cum antea ſimilem illationum ſeriem obſervaſſem in naturalibus veritatibus inveſtigandis. Sed, quoniam hactenus non attigit nonnulla experimenta ad Refractionum negotium pertinentia, arbitrabar eorum proſecutionem futuram valde utilem ad melius hujus aſſertionis veritatem detegendam. Etenim, prout novæ huic Theoriæ vel conſentanea vel adverſa comperiuntur, aut valde illam confirmare, aut prorſus deſtruere debent. En autem expetimenta, quæ ad hoc delegeram.

I.

Cum ſæpius animadvertiſſem formam rerum Microſcopio perſpectarum, (ſeu potius ipſius Microſcopii,) in punctum fere indiviſibile redigi; hinc arguebam duo perexigua fruſta ſerica, alterum coccineum, alterum purpureum, debere, ſi juxta ponerentur, valde inæqualiter diſtincta apparere in Microſcopio, ſecundum *Nevvtoni* Theoriam; ſiquidem diſpar Radiorum inde manantium Refrangibilitas efficere debet ut Radii aut ſpecies coccinei Coloris occupent Retinam in ipſo violaceorum Radiorum Foco poſitam, & ideo, ut non parum confuſe videatur primum fruſtum, cum unum & idem cocciuei fruſti punctum plures Retinæ nervos percellat. Attamen, quamvis ſæpius periculum iteraverim, nullam, quod ad hoc ſpectat, diſcrepantiam obſervare mihi licuit.

II.

Secundum experimentum in aqua feci. Sumpſi regulam æneam, cui plura ſerica fruſta, rubea, flava, viridia, cærulea, atque purpurea illigavi, ac deinde ea poſui in imo quadrato vaſe aquæ pleno, a quo poſtea receſſi, ita ut neque regulam neque fruſta Coloribus imbuta videre poſſem, niſi ope Radiorum refractorum. Jam, intelligebam me, ſi *Nevvtoni* doctrina eſſet vera, non viſurum omnes memoratos Colores regulamque in una eademque recta linea; quia, diverſa diverſorum Radiorum Refrangibilitas alios magis alios minus e loco movere debet. Verumtamen re ipſa, eos in æque recta linea, ac ea, in qua viſa fuiſſet regula nuda, oſtenderunt plura tentamina.

III.

III.

Hoc experimentum proſecuturus, alteram Refractionem addidi primæ illi, quam aqua miniſtrabat, ita diſpoſito meo Priſmate, ut ad rectos angulos refractas ſericorum fruſtorum atque regulæ ſpecies reciperet; quapropter, dumtaxat emergentes ſpecies Refractionem patiebantur. Sed eventus ſemper idem fuit; ſemper ſerica fruſta Oculo per Priſma reſpicienti in recta linea apparuerunt.

IV.

Duabus hiſce Refractionibus tertiam adjunxi Species Coloribus diſtinctas ita obliquato Priſmate excipiens, ut refrangerentur cum ingredientes, tum emergentes. At res, ut antea, etiam tunc ſucceſſit, illis in rectam lineam diſpoſitis apparentibus.

Quo de experimento certior eſſem, ne forte præconcepta opinio, inde nata quod ſerica fruſta in recta linea jacere noveram, Oculorum judicium perverteret, (quod nonnunquam cum Oculus de rerum perſpectarum intervallis judicat, accidere obſervaveram) in Cubiculum advocavi aliquos, quorum nihil hoc intererat quique prorſus ignorabant ubi ſpectaret experimentum illud; cumque ab iis petiiſſem, nonne viderent regulam & fruſta ſub curvæ lineæ facie, negaverunt.

V.

Deinde periclitatus ſum Colores ſimplices, (ut eos vocat *Nevvtonus* Propoſ. V., & XIII.,) hac ratione. Duas imagines coloratas ita in parietem projeci, ut coccineus unius Color, & purpureus alterius unam eandemque rectam lineam (Horizonti parallelam) conficerent. Hos poſtea Colores per aliud Priſma ſum intuitus, quos ſemper jacere vidi in eadem recta ad Horizontem parallela, in qua prius illos Oculo nudo perſpexeram. Atqui, ſecundum ea, quæ docet *Nevvtonus* de Refrangibilitate in diverſis Radiis diverſa, mihi videbatur, quod Priſmate juxta Oculum poſito magis refringi debebant Radii purpurei quam cærulei, & quod idcirco uterque Color in eadem recta ad Horizontem parallela reſpici non debebat.

VI.

Aliud experimentum feci ad detegenda nonnulla pertinentia ad mirandum imaginis Coloribus diſtinctæ phænomenum, quod ingenioſæ *Nevvtoni* Theorię de Luce & Coloribus locum dedit æque ac Teleſcopio & Microſcopio reflectentibus ab eodem egregie excogitatis. Cum aliquoties ſuſpicatus fuiſſem non ſolos directos Solis Radios, ſed etiam aliam aliquam extraneam Lucem poſſe *Spectrum* coloratum efficere; me detecturum ſperavi ope macularum ſolarium utrum vera eſſet iſta ſuſpicio, eas nempe in imaginem quam jam ſæpe appello, introducens Teleſcopio poſt Priſma poſito. Sed, cum nonnullæ ſuborientes difficultates conatus meos irritos redderent, tandem excogitavi quandam detegendi quod volebam rationem, quam quis facilius actu exſequeretur; ut in experimento ſequenti.

Affixi papyrum valde albam, in circulum, (cujus diameter erat unius pollicis,) corrotundatam, meæ ligneæ feneſtræ, quam cum per Priſma reſpicerem, inveni imaginem coloratam ab illa in Retina mea depictam fere omnino ſimilem ei, quam Solis Radii in pariete deſcripſerant, præſertim quando Lux æqualiter erat per totam papyrum diffuſa. Colores quidem hujus imaginis in ordinem ordini Colorum prioris contrarium erant diſpoſiti; quandoquidem coccineus erat altiſſimus, infimus autem purpureus, quanquam languidus. Sed hoc admiratione non affecit me, qui in Oculorum diſſectionibus obſervaveram res aliter in Retina pingi, aliter vero

vero perſpici. Cum hoc pacto magis, quam antea, tractabilem reddidiſſem imaginem, bonam ſpem concepi aliquid detegendi, ad ea pertinens, quæ mihi propoſueram.

Igitur a mea prima ſuſpicione non recedens firmiter Priſma collocavi, & (*Fig.* 11. *Tab. II.*) papyrum C ſuper circulum chartaceum *a b d* ad ſupernas ejus partes ponendam curavi; quo facto, violaceus Color, qui prius erat in *d*, & coccineus ipſius C in Albedinem evanuerunt. Deinde memoratum circulum a feneſtra lignea removi, illumque in aperta feneſtra poſui ſubſtentatum ſolummodo extremitate *d*; tunc autem, me vehementer obſtupeſcente, omnes Colores, quos jam videbam, locum in Retina permutaverunt, coccineo in infimum & purpureo in altiſſimum translatis; intermedii autem Colores vix diſcerni poterant. Atque hic, ut obiter dicam, notatu digniſſimum eſt, quod per totam hanc obſervationem perſpicue vidi Lucem utramque, purpuream & coccineam, eſſe pellucidam; ſiquidem mihi per ambas tranſpicere nonnulla licebat, & nominatim, turres ubi campanæ appenduntur, quæ ſunt e conſpectu meæ feneſtræ. Unde conficitur, Colores hoſce, magnam partem, oriri ex proxima Luce. Denique, rurſum ita collocavi circulum papyraceum, ut dimidia ejus pars *b* feneſtræ ligneæ hæreret, reliqua vero pars *a* in apertam Lucem verſaretur. Quo facto, ſemicirculus *a* terminatus apparuit, ſuperius Colore violaceo, inferius autem coccineo; at alter ſemicirculus e contra, ſuperius coccineo, inferius violaceo. Hinc ſequentes illationes conficio.

Primo, quod non ſolum Lux, quam chartaceus circulus reflectit, ſed etiam illa, quam reflectit aer ambiens, multum agit in coloratam imaginem, & præcipue quod attinet ad Colores violaceum coccineumque. Quapropter, in poſterum fortaſſe non mirum videbitur, quod Spectrum Coloribus ornatum tam longum in pariete appareat, ſed tantum quod non ſit latius.

Secundo, quod, ſi fulgentius corpus poſt Solem eſſet, maxime veriſimile eſt Colores Spectri diſpoſitos futuros ordine illi, quem nunc ſervant, contrario. Unde

Tertio, ſequi videtur, quod ordo nunc a Coloribus ſervatus naſcitur, non ab intrinſeca *Refrangibilitati* proprietate, (quod *Nevvtonus* contendit,) ſed a fortuitis & extrinſecis circumpoſitarum rerum circumſtantiis; etenim, prout corpus poſt chartaceum circulum erat aut eo lucidius aut obſcurius, omnes diverſi Colores ſitum permutabant.

VII.

Deinde periculum inſtitui pertinens ad ea, quæ docet *Nevvtonus* de coloribus primigeniis, ut in Propoſ. V. Foramen ligneæ feneſtræ obduxi tenui lamella eburnea, quam tranſjiciens Lux erat flava; quæ tamen in rubeam abiit additis tribus, quatuor, aut pluribus lamellis. Hinc videtur confici, quod Lucis Flavedo non eſt Color primigenius, ſed compoſitus ex rubeo, &c.

VIII.

Meorum experimentorum ultimum refertur ad *Nevvtoni* XII. Propoſitionem, in qua reddit rationem, ſane probabilem, a ſuis principiis deductam mirandi phenomeni ab *Hookio* relati; videlicet, quod duo liquores, alter violaceus & alter rubeus, quanquam quiſque ſeorſum pellucidus eſſet, cum tamen juxta ponebantur, evadebant opaci. Hujus rei ratio eſt, inquit *Nevvtonus*, quod, quoniam liquor alter ſolos Radios rubeos, alter ſolos ceruleos tranſmittit, uterque ſimul nullos tranſire permittet.

Cepi igitur duo pocilla vitrea, quorum fundus erat levis & politus, eorumque alterum complevi *Aqua Forti* Colore cæruleo ſaturata, alterum vero oleo ex reſina terebinthina quod rubeo Colore erat infectum; & omnia per liquorem illum cærulea, per hunc rubea videbantur; cum autem hos liquores juxta collocaviſſem,

plura per eos diſcernere poteram; attamen, ſecundum *Nevvtoni* Theoriam, nihil per illos videre debuiſſem; quandoquidem, quoniam alter ſolummodo rubeos, alter ſolummodo cæruleos Radios tranſmittit, uterque ſimili nullos tranſire ſinet.

Exceptiones haſce experimentis innixas non male, ſpero, accipiet *Nevvtonus*, quia tantum tendunt ad profectum naturalis ſcientiæ, & pariter

DOMINE

Tibi obſequentiſſimi

Antonii Lucas.

POST-SCRIPTUM

Sub ipſa litterarum harum concluſione a *Gaſcoinio* redditæ mihi fuerunt tuæ datæ A. D. quartum Menſis Maii, in quibus nobis impertiri dignatus es accuratam deſcriptionem celebris experimenti de Spectro colorato nuper exhibiti coram *Regia Societate*. Valde jucundum fuit videre quod tentamina hujus nobilis Societatis tam accurate cum noſtris conveniunt, quamvis noſtra in nonnullis a *Nevvtonianis* diſcrepent.

ARTIC. XXX.

Nevvtoni *Reſponſio ad ſuperiorem Epiſtolam, data ad Editorem.*

Ibidem pag. 698.

QUoniam illa, quæ *Linus* oppugnaverat, vera demonſtraverunt experimenta, & mihi conceduntur; initium faciam a nova quæſtione de ratione, quam imaginis longitudo habet ad latitudinem. Quæſtionem hanc novam appello, quia, quanquam *Linus* in ultima ſua Epiſtola diſceptaverit contra tantam longitudinem, quantam aſſigno; tamen, ut mihi quidem videtur, id faciebat, non daturus aliquam tranſverſam longitudinem ea minorem, quam aſſignaveram, (etenim in primis ſuis litteris prorſus aſſerit nullam eſſe hujuſcemodi longitudinem,) ſed majorem vim orationi ſuæ laturus, dum, vulgarem Opticam tuens, contra imaginem tranſverſam in genere diſputat. Idcirco in mea reſponſione non accurate deſcripſi quantitatem anguli refringentis, quo periculum iteraveram; quæ tamen quantitas neceſſario fuiſſet accuratiſſime indicanda, ſi diſputatio circa accuratam rationem longitudinis ad latitudinem verſata fuiſſet. Nihilominus addideram (Num. 121. pag. 500. Tranſact., & pag. 56. hujus,) quod, quo major eſt angulus Priſmatis, eo major futura eſt imaginis longitudo ad latitudinem relata; arbitratus futurum ut, poſtquam aliquo Priſmate inveniſſet imaginis ad Axem tranſverſæ longitudinem, hinc facile deduceret ſe, adhibendo Priſma majori angulo præditum, imaginis longitudinem aucturum, ita ut, uſurpato angulo ſatis magno, ea æquare vel etiam ſuperare poſſet menſuram a me aſſignatam, ut re ipſa poteſt. Etenim, ſi ſumatur angulus ſeptuaginta, aut ſeptuaginta quinque graduum, vel etiam paulo major, longitudo eo perduci poteſt, ut non ſolum quinquies, ſed etiam ſepties, aut octies, aut pluries latitudinem contineat. Nihil igitur mirum, ſi *Lucas* minorem, ac ego, longitudinem invenit, dum angulo minori periculum inſtituit.

Angulus, quo ego uſus ſum, erat equidem ſexaginta trium graduum cum duodecim minutis, circiter, & hic ponitur ſexaginta graduum. Diſcrimen, quod inter hunc angulum & meum intercedit, cum ſit dumtaxat trium graduum & duodecim mi-

Digitized by Google

minutorum, non ſufficit ad nos conciliandos ſed valde nos propinquiores faciet. Si verum angulus hic accurate menſuratus non fuiſſet, ſed rotundus ſexaginta graduum numerus poſitus conjectura, aut minus accurata menſuratione, (ut factum fuiſſe conjicio, eo quod ibidem affertur Refractio Priſmatis conjectura dimenſa per rationem ſinuum ut 2 ad 3, cum experimento menſuranda erat,) angulus ille poſſet eſſe duobus aut tribus gradibus minor quam angulus ſexaginta graduum, & etiam fortaſſe minor. Quæ omnia, ſi ita eſſent, auferrent fere totam diſcrepantiam, quæ nos disjungit.

Quidquid autem ſit, certo ſcio meam obſervationem ſatis accuratam eſſe; nam aliquoties periculum iteravi, poſt receptas *Antonii Lucas* litteras, & ſemper inveni meas obſervationes vix, & ne vix quidem, inter ſe diſcrepare, & cum iis, quæ antea ſcripſeram, pulchre convenire. Atque, ut experientia perſpici poſſit, quo pacto, creſcente angulo, creſcant etiam imaginis longitudines, itemque, ne, ſi quis velit accurate tentare experimentum, moleſtiam habeat, ſibi comparandi Priſma, cujus angulus ad amuſſim ſit quantitatis a me aſſignatæ, periculum inii cum diverſis angulis, & mea tentamina deſcripſi in ſubjecta Tabula, in qua prima Columna exprimit angulos duorum Priſmatum, quibus uſus ſum, quos angulos, quam-accuratiſſime potui, ſum dimenſus, eos applicando ad Sectoris angulum; ſecunda autem Columna refert pollicibus menſuratas longitudines imaginum a ſingulis hiſce angulis confectarum; latitudo verum erat duorum pollicum; intervallum a Priſmate decem & octo pedum cum quatuor pollicibus; & amplitudo foraminis in lignea feneſtra quartæ pollicis partis.

Priſma					
Primum			Secundum		
Anguli		Longitudines	Anguli		Longitudines
Gradus	*Minuta*		*Gradus*	*Minuta*	
56.	10.	$7\frac{1}{4}$.	54.	0.	$7\frac{1}{4}$.
60.	24.	$9\frac{1}{2}$.	62.	12.	$10\frac{1}{8}$.
63.	26.	$10\frac{1}{3}$.	63.	48.	$10\frac{1}{4}$.

Percipere potes, quod imaginum longitudines, pro angulorum illas progignentium ratione, paulo majores exortæ ſunt a ſecundo Priſmate, quam a primo; cujus rei ratio eſt, quod vitrum, ex quo conſtabat Priſma ſecundum majorem vim refractivam habebat.

Dies, quibus hæc tentamina fuerunt inſtituta, ſatis erant ſereni, ſed non tantum, quantum voluiſſem; quapropter, poſtea nactus diem ſatis ex animi ſententia ſerenum, experimenta ſecundo Priſmate repetivi, & comperi longitudines imaginis a ſingulis angulis genitæ, ſuperare eas, quas prius inveneram, quadrante pollicis, circiter; harum dimenſiones præ oculis ponit ſuppoſita Tabella.

Digitized by Google

Priſma Secundum	
Anguli	Longitudines
Gradus, *Minuta*	
54. 0.	$7\frac{1}{3}$.
62. 12.	$10\frac{1}{2}$.
63. 48.	11.

Hujus diſcriminis ratio, puto, eſt quod Lux Cœli, albicantis in die ſubnubilo, Colores, qui ſunt ad imaginis extremitates, languidiores diluens & extra Oculorum aciem ponens, aliquantulum diminuitur die ſereno, & hoc pacto Colorum imaginem longiorem apparere ſinit; & ſimul Lux Solis vividior ſit, Coloreſque fortiores reddit, & languidos illos, qui imaginis extremitates occupant, magis conſpicuos efficit. Etenim obſervavi, quod, in diebus ſubnubilis, dum Priſma immobile erat ad feneſtram, imago evadebat aut paulo longior aut paulo brevior, prout Sol aut minus aut magis obſcurabatur a tenuibus nubibus ante ejus faciem tranſeuntibus; imago vero decreſcebat quando nubes erat lucidior & Solis Lux languidior. Hinc facile intelligitur, quod, ſi Lux nubium omnino auferretur, ita ut Sol undique tenebris circumdatus appareret, aut ſi Solis Lux fortior eſſet, quam nunc eſt, Colorum longitudo ſemper eſſet major.

In omnibus his obſervationibus latitudo imaginis ad duos pollices ad amuſſim extendebatur. Sed, cum animadvertiſſem latera duorum Priſmatum a me adhibitorum non eſſe accurate plana, ſed aliquantum convexa, (hæc autem convexitas erat, circiter, tanta quanta reperitur in utrinque convexa Lente Teleſcopii ſexdecim aut duodeviginti pedum,) ſumpſi tertium Priſma, cujus latera tantum erant concava, quantum latera priorum erant convexa, quod reddidit imaginem latam duobus pollicibus cum triente. Anguli hujus Priſmatis, & longitudines imaginis confectæ a ſingulis angulis videri poſſunt in hac Tabella.

Anguli *Gradus*	Longitudines
58.	$8\frac{1}{2}$.
$59\frac{1}{2}$.	9.
$62\frac{1}{2}$.	$10\frac{1}{3}$.

Nunc perſpicis, quod concava laterum Priſmatis figura, Radios pauliſper divergentes reddens, conficit imaginis latitudinem majorem, pro longitudinis ratione, quam aliter eſſet. Quod tibi indicandum duxi, ut *Lucas* perpendere poſſit an non ejus Priſma ſit huic vitio obnoxium. Si habetur Priſma, cujus latera ſint accurate plana, bene adhiberi poteſt ad experimenta inſtituenda; ſed melius uſurpabitur Priſma, cujus latera, præter-propter, ad mei convexitatem accedant, quia illud imaginem multo melius definitam præſtabit. Etenim talis laterum convexitate idem conficitur, ac ſi adhiberetur Priſma, cujus latera eſſent accurate plana, & inter illud & foramen ligneæ feneſtræ collocaretur Lens objectiva ex Teleſcopio duodeviginti pedum, quo rotunda Solis imago diſtinctius terminata conſpiceretur in pariete,

Digitized by Google

te, ſublato Priſmate, & idcirco oblonga imago a Priſmate miniſtrata multo diſtinctius finita appareret, (præſertim quod ad latera ejus rectilinea pertinet,) quam aliter.

Hoc unum addam, ſcilicet, quod menſura complecti debet ultimos imaginis fines a languidiſſimo rubeo ad cæruleum pariter languidiſſimum. Etenim, in prima mea Epiſtola, ubi longitudinem imaginis latitudinis quintuplam ſtatui, longitudinem hanc appellavi *maximam* longitudinem * : & maximam longitudinem ſum dimenſus, quia credidi totam illam eſſe progenitam ab immediata Solis Luce: cum viderem Colores, (ut ſupra indicavi,) in ipſa maxima longitudine aſpectu percipi, quando dies erat clariſſimus, id eſt, quando ſolaris Lux valde Lucem nubium ſuperabat. Aliquando accidet, ut Lux fulgens late hinc inde extra hos Colores ab utraque imaginis extremitate ſuboriatur; Sed nulla illius ratio habenda eſt, nam hæc Lux ad imaginem non pertinet. Si bene peraguntur hæ menſurationes, totius imaginis longitudo longitudinem rectilineorum laterum una, circiter, imaginis latitudine ſuperare comperietur.

Hæc ita fuſe & ſingillatim explicata, viam, opinor, *Lucas* noſtro aperient ad inter ſe concilianda ſua & mea experimenti tentamina; ſaltem, ita ut nulla notatu digna diſcrepantia ſuperſit. Nam, ſi quod exiguum diſcrimen adhuc remanet, negotium amplius faceſſere non debet, cum ſint plures circumſtantiæ, quæ ad hoc conducunt; talia ſunt, tum diverſæ Priſmatum figuræ, tum diverſæ refringendi facultates vitrorum, diverſitas diametri ſolaris in diverſis Anni tempeſtatibus, atque tenues errores, in quos incidere poſſumus, dum lineas anguloſque metimur, aut dum Priſma ad feneſtram ſtatuimus; quanquam, quod ad me ſpectat, ſollicite conatus ſum hæc facere, quam potui, accuratiſſime. Quidquid tandem ſit, *Lucas* certo certius imaginem reperiet æque, vel etiam magis, longam, quam ego reperi, ſi adhibeat Priſma, cujus latera in concavitatem trita non ſint, ſed plana, vel, (quod præſtat,) aliquantiſper convexa, & cujus angulus refringens tanto ſuperet angulum Priſmatis a me uſurpati, quanto hic meus ſuperat angulum Priſmatis, quo hactenus *Lucas* experimentum tentavit; id eſt, cujus angulus ad ſex aut ſeptem ſupra ſexaginta gradus aſcendat, vel (ſi libet) major ſit.

De ceteris ejus experimentis, multas illi gratias habeo, quod hæc tantæ curæ ſint illi, ut ſuſcipere voluerit laborem iſta perpendendi, & ideo multo majores ei gratias ago, quod primus mihi miſerit experimenta ad horum veritatem indagandam tendentia. Veruntamen citius & plenius ſibi ſatisfaciet paulum immutans methodum, quam ſibi præſcripſit, &, pro quampluribus rebus, tentans dumtaxat *experimentum Crucis*. Non enim experimentorum numerus ſed pondus reſpici debet; &, ubi unum ſufficit, quid pluribus neceſſe habemus?

Si plura neceſſaria duxiſſem, plura addere potuiſſem. Quandoquidem, antequam ad Te darem primas meas litteras de Coloribus, multos labores circa pericula ſuſceperam, & librum de hoc argumento ſcripſeram, ubi fuſe experimentorum a me initorum præcipua referuntur: evenit autem, ut inter ea ſint præcipua illorum, quæ ad me *Lucas* miſit. Quod vero attinet ad experimenta enarrata in meis primis litteris, ea tantummodo ſunt, quæ ex hoc libro ſeligenda duxi.

Sed, quanquam totum meum experimentorum penu illa conficerent, non tamen *Lucas* orationem ſuam bene fundaſſet ſuper hypotheſi, quod me experimenta deficiunt, donec illa pauca tentaviſſet. Etenim, ſi ex illis aliqua demonſtrativa ſunt, ea neque adjutoribus indigent, neque locum relinquunt ad ulterius diſceptandum de rebus, quas demonſtraverunt.

Præcipua res, quæ examinanda venit eſt *inæqualis Refrangibilitas Lucis*; hæc autem *experimento Crucis* demonſtratur. Jam ſi hæc demonſtratio bona eſt, nihil opus eſt rem ipſam ulterius expendere; ſi demonſtratio bona non eſt, oſtendendum eſt ejus vitium. Siquidem ſola ratio expendendæ Propoſitionis demonſtratæ eſt expendere demonſtrationem. Prius igitur expendatur hoc experimentum, & pro vero agnoſca-

* Num. 80. pag. 3076. Tranſ.

agnoſcatur id, quod probat; & poſtea, ſi *Lucas* auxilium meum deſiderat ad explicandas difficultates, quas putat eſſe in experimentis a ſe propoſitis, eo non carebit; tunc enim pauca verba, reor, explanabunt omnia. Nunc autem, ſi rem ad demonſtrativum experimentum deducere deberem, initio ab hiſce deſumpto, utrique noſtrum ſic longæ diſputationis moleſtiam creare poſſem, &, ob multitudinem verborum, veritatem potius obruere & obtegere, quam detegere & in apertum ponere. Etenim, ſi antea, niſi poſt tantas moleſtias conſentire non potuimus in rebus *facti*, dum agebatur de primo & faciliori experimento, in quo quidem non omnino conſentimus; ecquam infinitam moleſtiam nobis pararemus, ſi noſmet ipſi traderemus diſputationibus, quas omne occurrens argumentum ſuſcitaret; & interea, quid, in tam moleſta diſceptatione de veritate fieret? Quocirca, cum via, quam propono, ſit omnium breviſſima clariſſimaque, (ne dicam, ſola via ad metam perducens,) nihil peto, niſi ut *Lucas* æqui bonique conſulat, ſi rogo ut eam ineat, videns illum profiteri ſe tantum veritatem quærere. Quapropter nunc ei ſolummodo & in genere dicam, reſpondens illi litterarum ſuarum parti, quæ de experimentis agit, quod difficultates ſuæ exortæ ſunt, partim, ex eo, quod aliquatenus perperam acceperit ea, contra quæ ſcripſit, &, partim, ex eo, quod non ſatis caute experimenta inſtituerit; inter quæ unum eſt, quod, legitime tentatum, eſt, poſt *Experimentum Crucis*, omnium, quæ noverim, fortiſſimum ad evincendam inæqualem Lucis Refractionem, quod tamen affert ad contrarium probandum.

Ex ejus poſtſcripto, quis neſciens quæ facta ſunt, credere poſſet illum *Regiæ Societatis* obſervationes contra me adducere; cum tamen in relatione hujus obſervationis, quam Tu *Leodium* miſiſti ne verbum quidem, de accurata ratione, quam imaginis longitudo ad ejus latitudinem habet, pro angulo Priſmatis, neque aliud in ea contineatur, (quantum ex ultima tua Epiſtola percipere potui,) quam quod ſpectat ad ea, de quibus tunc erat quæſtio, videlicet, quod *Regia Societas* comperit ea ſuccedere ut affirmaveram. Itaque, cum *Lucas* eundem ſucceſſum invenerit, arbitror, quod quando ait *ſibi jucundiſſimum eſſe quod* Regiæ Societatis *tentamina tam pulchre cum ſuis conveniant*, intelligit dumtaxat, quantum cum meis conveniunt.

Et quia rurſus de hoc experimento verba facio, percuperem, quod *Lucas* illud iteraret, adhibitis omnibus, quas poteſt maximas, curis & præcautionibus, & habita ratione eorum, quæ de hac re in his litteris dico; tum pervelim ut imaginis longitudinem, latitudinem, & intervallum a Priſmate, accurate exprimeret per pedes, pollices, & pollicis partes, ut conſiderare poſſim quam rationem ad Solis diametrum habeant imaginis longitudo & latitudo; nam, ſcio ejus obſervationem ſtare non poſſe, ſi angulus refringens implet ſexaginta gradus, ſi dies eſt ſerenus, & tota Colorum longitudo menſuratur, atque ſi imaginis latitudo reſpondet Solis diametro; cum enim certus ſim, quod obſervationes meæ accurate factæ fuerunt, ægre ferrem, ſi aliqua alia experimenta vetarent ne huic primum finem feliciter imponerem.

DOMINE

Tuus &c.

POST-SCRIPTUM.

Oblitus pariter fueram monere, quod *experimentum Crucis* & alia ſimilia, quæ fieri poſſunt ad Colorum naturam inveſtigandam, inſtitui debent Priſmatibus adeo refringentibus, ut imaginum longitudo quinquies earundem latitudinem contineat, & potius pluries; nam aliter experimenta minus bene ſuccedent.

FINIS.

IN-

Digitized by Google

INDEX OPTICÆ.

A.

Acceleratio motus per ſpatium attractionis, *pag.* 28. 105
Acidi ſpiritus corporibus fixis valde adhærent. 156. vix ſeparari poſſunt a metallis quæ diſſoluta tenent. 154
Acidis vaporibus abundat aer. 155
Acidorum corporum eſt attenuare & diſſolvere. 100. Sapor, unde. 157
Acidum eſt loco medii inter aquam & terram. 157
Acidus ſpiritus, Aluminis, Sulphuris & Vitrioli principium. 157. in viſceribus Terræ abundat. *ibid.*
Acies Cultri radios lucis inflectit. 128. *ſeq.*
Actio Corporum in lumen & luminis in Corpora. 138. 151. ad attractionem accedit. 151. mutua eſt & reciproca. 109. interjecto intervallo. 127. 138. in minori diſtantia fortior. 127. 132. 134. 135. 138. ex quo percipiatur intervallo. 133. in radios rubros, ex majori intervallo, eadem quæ in radios violaceos ex minori diſtatia. 136
Actio mutua particularum corporum in ſe invicem. 153
Actio radiorum lucis in Nervum Opticum, qualis 140
Actuoſa principia. Vid. *Principia actuoſa*.
Actuoſa Vis Corporum forſan oritur ex particulis lucis quæ in eorum compoſitionem ingrediuntur. 152
Aer calorem ignis auget. 140. conſtat ex particulis a ſe invicem recedere conantibus. 144. ex corporibus denſis, fermenteſcendo rarefactis, producitur. 152. 161. quories aqua levior ſit & rarior. 149. vaporibus acidis abundat. 156. vaporibus ponderoſior. 162
Aerea Lamella Vid. *Lamella*.
Aeris denſitas vi comprimenti proportionalis. 149. elaſticitas, unde. 144. 161. motus tremulus ſcintillationis fixarum cauſa. 41. pondus ebullitionem aquæ impedit. 139. productio ex corporibus fixis. 152. 161. raritas in diſtantiis variis a Terra. 149. in ſuperiori Atmoſphæra. 144. refractio qualis. 106. refractio eadem eſt quæ concretorum terreſtrium, habita denſitatis ratione. *ibid.* reſiſtentia inſenſibilis in vacuo Boyleano. 149. variæ formæ. 152
Aether conſtat ex particulis a ſe invicem recedere conantibus. 144
Aethereum Medium. Vid. *Medium Aethereum*.
Aetheris raritas, & ejus in corpora conatus. 144. reſiſtentia valde exigua planetarum motibus non obſtat. *ibid.*
Alba corpora fortiſſime lumen cujuſvis coloris reflectunt. 55
Alba metalla. Vid. *Metalla alba*.
Albitudinis ſenſus quando naſcatur. 53. 54
Albitudo, color inter omnes medius & ad omnes indifferens, 59. ex coloribus componi poteſt. 49. *ſeq.* ex coloribus univerſis in unum coactis conſtat. 51. *ſeq.* mixtura eſt heterogenea colorum omnium. 93
Albo omni naturali inſunt radii omnium generum. 57
Albor auro & cupro poteſt conciliari. 100. luminis ſolaris componitur ex primariis omnibus coloribus. 49. *ſeq.* plurium corporum, cujuſnam ordinis. 100
Album corpus nigro circumdatum quomodo per priſma videatur. 60
Album remanet lumen refractum, ſi contrariis refractionibus corrigitur. 48
Albus color ex duobus primariis componi nequit. 57
Albus radius factitius. 69. *ſeq.*
Alimentum plantarum & animalium. 153. 158.
Alkali fixum Salis vel Nitri fortius attrahit acidum Vitrioli, quam ſuum ipſius ſpiritum. 154
Alkalizatorum corporum eſt præcipitare & incraſſare. 100
Alterna vices radiorum. Vid. *Vices alternæ*.
Alumen, ejuſque principia. 157
Ammoniacus Sal. Vid. *Sal ammoniacus*.
Analogia inter colores corporum naturalium, & tenuium lamellarum. 95. 97. inter colores & reflexibilitatis aut refrangibilitatis gradus. 94. inter reflexionem & refractionem. 95. 105. 115
Analytica Methodus in phyſica Syntheticam præcedere debet. 165. qualis ea ſit. *ibid.*

Anguli incidentiæ, reflexionis & refractionis ſunt in uno plano. 3
Angulus incidentiæ, reflexionis & refractionis. 3. incidentiæ æqualis eſt angulo reflexionis. 3. incidentiæ angulo refractionis quando major. 3
Animalium corpora cauſam intelligentem agnoſcunt. 165. ſunt ſymmetrice diſpoſita. *ibid.*
Animalium materia ex aqua. 108. motus quomodo efficiantur. 144
Animalium partes. Vid. *Partes*.
Annuli albi & nigri inter bina Priſmata. 72. diſtincti eminus, cominus confuſi videntur. 72. quo numero videantur, *ibid.* unde oriantur. 90
Annuli colorati circa Solem. 125
Annuli colorati in aquæ Saponaceæ bulla, regulares. 80. colores, quos & quo ordine exhibeant. 81. affines ſunt annulis in lamella aerea inter bina vitra obſervatis. 81. oblique inſpecti dilatantur. *ibid.* alius coloris lumine reflexo, alius tranſmiſſo, videntur. 83
Annuli colorati inter bina Priſmata. 72. *ſeq.* oblique inſpecti. 80. horum ratio. 91
Annuli colorati inter bina vitra, planum & convexum. 73. *ſeq.* emergunt ſucceſſive. *ibid.* ordo colorum & ſeries. 73. 87. diametri. 74. *ſeq.* oblique inſpecti dilatantur. 76. *ſeq.* lumine tranſmiſſo alius videntur coloris quam reflexo. 77. per Priſma multo plures videntur quam oculo nudo. 84. *ſeq.* & quare. 91. quales videantur cum colore priſmatico vitra illuſtrantur. 78. *ſeq.* horum diametri. 90. quare, ſub certa obliquitate radiorum in albos & nigros ſe convertant. 90
Annuli colorati in lamella aquea minores quam in aerea. 76
Annuli colorati per reflexionem ſpeculi vitrei concavo-convexi. 115. affines annulis inter bina vitra viſis. *ibid.* 122. numero quinque aut ſex. 115. non niſi in certa diſtantia videntur. *ibid.* horum colores. 116. Diametri. 116. per priſma plures videntur. 117. quales apparuerint cum in ſpeculum incidebat color priſmaticus. 116. 124. quam rationem habeant inter ſe annuli diverſorum colorum. 117. in ipſo ſpeculo quales faſciæ videantur. 118. & earum cauſa. 118. annulorum magnitudo pro craſſitudine ſpeculorum diverſa. 121. quales apparuerint radiis oblique incidentibus. 122. *ſeq.* ſub qua obliquitate evaneſcant. 124. non producuntur per reflexionem ſpeculi Metallici. 119
Annuli colorati quos efficit lumen tranſmiſſum per guttam pluviæ. 125
Apertura Teleſcopiorum. 37
Aqua, compreſſionis incapax. 104. cum Oleo vitrioli incaleſcit. 154. facile ebullit in vacuo. 140. fortius attrahitur a partibus Salis, quam aliæ ab aliis. 158. maris radios cæruleos reflectit, rubros tranſmittit. 68. per auri poros ſtillavit. 104. quoties aere denſior & gravior. 149
Aquæ in terram converſio. 152. natura inter olea & terras media. 108. partes Sale Tartari & oleo Vitrioli attrahuntur. 153. pelluciditas unde. 100 variæ formæ. 152
Aquam inter & terram, acidum eſt loco medii. 158. ſpongia cur attrahat. 160.
Aquarum marinarum vortices ad cœlum elati. 155
Aqua fortis argentum, non aurum, ſolvit. 156. ſcobem ferream cum calore diſſolvit. 159. ſucceſſive metalla varia, aliaque corpora diſſolvit. 155
Aqua regia. 156. aurum ſolvit, non argentum. 156
Aquæ ſaponaceæ bulla. Vid. *Bulla*.
Aquæ Saponaceæ Spuma. Vid. *Spuma*.
Aquea Lamella. Vid. *Lamella aquea*.
Aranearum telæ diverſos exhibent colores pro diverſo oculi poſitu. 97
Arcus albi & nigri inter bina vitra, planum & convexum. 84. horum ratio. 90. *ſeq.*
Arcus cæleſtis afferuntur phænomena & cauſæ. 62. arte repræſentari poteſt. 62. dimenſiones. 64. explicatio experimento comprobata. 62. 64
Arcus cæruleus per reflexionem in Priſmate viſus. 66. *ſeq.*
Arcus colorati inter bina Priſmata. 72. *ſeq.* aucta obliquitate in annulos abeunt. 72. horum colores. *ibid.* in annulos albos & nigros degenerant. 72. 90. horum numerus & diſtinctio. 72. eminus diſtincti, cominus confuſiores. 72. & quare. 90. rurſus colores, ſed inverſo or-

ordine aſſumunt. 72. 90
Arcus coloratos exhibet Sol per plumam aut tæniam nigram viſus. 129
Argenti vivi extraordinaria in Barometro altitudo. 159. particulæ tenues & volatiles. 101. regeneratio ex cinnabari aut ſublimato. 156. variæ formæ. 152
Argentum aqua forti, non aqua regia, ſolubile. 156
Arſenium ex partibus fixis & volatilibus componitur. 156
Aſcenſus aquæ inter duo plana vitrea polita. 159. in tubis capillaribus & in Tubo cineribus pleno. *ibid.*
Atmoſphera colores, unde. 99
Atmoſphera humida levior quam ſicca. 162. Lunæ. 36. Soli, & Stellarum impedit, quominus abeat in vapores. 140
Attractio duritiei cauſa. 159. *ſeq.* eſt vis qua corpora ad ſe mutuo tendunt. 153. impulſu poteſt effici. 153. in exiguis corporibus fortior. 165. 143. multorum chymicorum effectuum cauſa. 153. *ſeq.* 159. mutua particularum aquæ, & Salis Tartari aut Olei Vitrioli. 153. non extenditur ad magna intervalla. 161. refractionis, reflexionis, & inflexionis radiorum cauſa. 151. *ſeq.*
Attractione & repulſione reguntur minorum corporum motus. 162
Attractiones plures, gravitatis, virtutiſque electricæ & magneticæ. 15
Attractionis admodum fortis exemplum. 160. effectus, exempla, veritas. 153. *ſeq.* 159. *ſeq.* leges, proprietateſque prius cognoſcendæ quam cauſa indaganda. 153. limites anguſti eſſe poſſunt. 153
Attritu, corpora nigreſcunt. 101. metalla & pigmenta quædam colorem mutant. 98. 101
Attritus reſiſtentiæ partem efficit. 148
Auditus quomodo efficiatur. 144
Aureus color & flavus ſunt priſmaticorum fulgentiſſimi. 36
Auri bractea radios flavos reflectit, virides tranſmittit. 68. 98. partes partibus metallorum alborum majores. 100. pori aquam tranſmittere poſſunt. 104. raritas. *ibid.*
Aurum aqua regia ſolvitur, non aqua forti. 156. quomodo albeſcat. 100. ut album appareat efficere. 70

Pars II.

B.

Barometrum, mira ſuſpenſio argenti vivi, in ejus tubo. 159
Bartholinus (Eraſmus) cryſtallum Islandicam deſcripſit. 145
Bartolus, librum *Ant. de Dominis* de radiis viſus & lucis edidit. 62
Bitumen. 156. ei debetur ſulphuris ſublimatio. *ibid.*
Boyle (Robertus) machinam pneumaticam perfecit. 102. aquam convertit in Terram. 153
Bractea auri. Vid. *Auri bractea*.
Bulla aquæ Saponaceæ annulos coloratos regulares exhibet. 80. *ſeq.* Vid. *Annuli colorati*.
Bullæ aquæ ſaponaceæ craſſitudo in locis in quibus datum colorem exhibet. 90
Bullarum aquearum colores regulariter mutantur, nulla habita ratione umbrarum confinii. 44
Bullula medii aere ſubtilioris. 77
Butyrum Stibii. 156. 160

C.

Cæleſtia ſpatia fere vacua aere, & omni materia. 148. & *ſeq.*
Cæleſtis arcus. Vid. *Arcus Cæleſtis*.
Cæleſtium corporum motus attractione gravitatis reguntur. 162
Cœli color, cujuſnam ordinis. 100
Cœli mediis denſis non replentur. 148. *ſeq.*
Cæruleus arcus. Vid. *Arcus cæruleus*.
Calor ad fluiditatem confert. 148. aquæ reſiſtentiam vix minuit. *ibid.* homogenea congregat, heterogenea ſeparat, 156. intenditur ex medii ætherei vibrationibus. 142. Solis, unde? 140. trans vacuum defertur. 142. vehemens oritur ex variorum corporum miſcela. 154. *ſeq.*
Calorem ſervant diutius magna corpora. 140.
Caloris gradus in diſſolutionibus, reſpondere videtur earum celeritati. 154
Candelæ lumen Priſmate refractum. 65
Capillamenta nervorum, ſolida, pellucida, uniformia. 141. 144
Capillares tubi. 160
Capillorum & corporum parvorum um-

A a bræ

bræ lumine per foraminulum admiſſo, ſunt juſto latiores . 127. Vid. *Umbræ*. *Fimbriæ*.
Carbo candens cur celerrime in orbem actus circulum igneum referat. 51. 141
Carteſius (Renatus) arcus cœleſtis phænomena explicavit. 62
Cauſæ intelligentis neceſſitas. 164
Chalybis candentis & metallorum fuſorum colores. 101. mutato oculi poſitu mutantur. 83
Chaos refert Salis particula. 157
Charta alba eidem lumini expoſita, ſub obliquitate diverſa, diverſi coloris apparet. 43. omni radiorum genere colluſtrata, alba videtur. 49. *ſeq.* radium album oblique excipiens, colorata videtur. 50. 52
Chartæ albor cujuſnam ordinis. 100
Chartæ bicoloris per Priſma viſæ ſpecies. 7. *ſeq.* 17. radiis per lentem tranſmiſſis depicta imago. 8. *ſeq.*
Chymicorum effectuum multorum cauſa attractio. 158
Cinerei colores compoſiti. 49. *ſeq.* 57
Cineres aquam attrahunt, ſed minus fortiter quam vitrum. 160
Cinnabaris. 155
Circuli chartacei per colores Priſmaticos illuminati experimentum. 17
Circuli colorati. Vid. *Annuli colorati*.
Circulus igneus apparet cum carbo candens in orbem celerrime verſatur. 51. 90.
Cohærentia marmorum politorum. 159. 162.
Cohærentiæ cauſa, principium actuoſum. 158.
Colorata corpora partes habent & poros mediocris magnitudinis. 97
Colorata videt objecta oculus colore imbutus. 6
Coloratæ fimbriæ. Vid. *Fimbriæ*.
Colorati annuli. Vid. *annuli colorati*.
Colorati arcus. Vid. *Arcus colorati*.
Coloratis luminibus permixtis, album radium efficere. 68. *ſeq.* pulveribus permixtis, colorem leucophæum efficere. 55.
Color alius reflectitur, alius tranſmittitur a quibuſdam corporibus. 68. binarum lamellarum ad ſe mutuo appoſitarum. 90. compoſitus, heterogeneus. 2. compoſitus languidior homogeneo. 49. fuſcus aut leucophæus Soli expoſitus albus videtur. 56. in objectis, quid ſit. 46. in radiis. *ibid.* in ſenſorio, *ibid.* liquoris pellucidi variat cum ejus craſſitudine. 66. luminis heterogenei, qualis. 49. luminis homogenei, immutabilis. 45. *ſeq.* manus, in fundo maris. 66. primarius, homogeneus, ſimplex. 2. Priſmaticus, non eſt perfecte homogeneus. 19. 65. quilibet poteſt fieri exterior in confinibus lucis & umbræ. 42. radiis proprie loquendo tribui non debet. 46
Colores atmoſphæræ, unde. 98. bullarum aquearum regulariter diſpoſiti. 79. *ſeq.* bullarum aquearum regulariter mutantur nulla habita ratione confinii umbrarum. 44. compoſiti, dantur nulli homogeneo ſimiles. 49. corporum naturalium non homogenei. 9. corporum naturalium Priſmaticis inferiores. 19. corporum naturalium, unde. 67. *ſeq.* 69. *ſeq.* 95. *ſeq.* 97. diverſi ejuſdem chartæ, eidem lumini, ſub obliquitate diverſa expoſitæ. 43. ex liquorum permixtione oriundi. 98. ex oculi preſſu cur videantur. 59. 140. imaginis pone Priſma. 12. imaginis, Priſmaticæ, quodnam ſpatium occupent. 46. *ſeq.* in chalybe candente & metallis fuſis. 83. 100. in corporibus albis & pellucidis videntur per Priſma. 84. & quare. 90. 92. 100. *ſeq.* inter, & reflexibilitatem ac refrangibilitatem mutuus eſt reſponſus. 94. lamellæ denſioris, medio rariori circumdatæ, floridiores. 79. *ſeq.* lamellarum pellucidarum unde. 145. *ſeq.* 110. *ſeq.* laminarum craſſarum, pellucidarum & politarum. 114. *ſeq.* luminis homogenei reſpondent, gradibus refrangibilitatis. 45. multorum corporum, cujuſnam ſint ordinis. 99. *ſeq.* non oriuntur ex lucis & umbræ confiniis. 41. *ſeq.* non oriuntur ex novis modificationibus lucis. 41. *ſeq.* 68. *ſeq.* omnes confuſi in albitudinem abeunt. 53. 54. omnes ſub ſeptem ſpeciebus præcipuis comprehenduntur. 45. omnes, ſunt vel ſimplices, vel compoſiti. 58. *ſeq.* phantaſtici, quales. 59. Priſmatici bini confuſi, per Priſma ſeparati cernuntur. 17. Priſmatici in circulos chartaceos incidentes, & per Priſma viſi qualia phænomena exhibeant. 18.

18. qui ſint aliis magis refrangibiles. 18. quorumdam corporum, ex variato ſitu objecti variantur. 98. quos exhibent vitra Microſcopiorum, Teleſcopiorum, & humores Oculi, unde. 60. ſunt totidem quot refrangibilitatis gradus. 45
Colorificæ radiorum qualitates. 46. congenitæ ſunt & immutabiles. 59. 69. *ſeq.* 94.
Colori Priſmatico expoſitum corpus nec ſui, nec illius coloris videtur. 66
Coloris diverſi lumina diverſos habent refrangibilitatis gradus. 7. *ſeq.* 12. 16. 17. 20. mutatio, ex mutato oculi ſitu, minor, in denſioribus corporibus. 83
Colorum diverſitas in radiis, unde pendeat. 151. diverſorum ſenſus, unde. 139. harmonia & diſcordia, unde. *ibid.* heterogeneorum & homogeneorum diſcrimen. 49. mixtura, qualem colorem producat. 56. *ſeq.* mutationes variæ, unde, 97. phænomena mathematice tractari queunt. 48. Priſmaticorum explicatio. 59. *ſeq.* priſmaticorum, quis fulgentiſſimus. 35. ſeries in annulis coloratis. 72. 73. 80. 114. & quare. 87. theoria eſt Mathematica. 93. varietas ex compoſitione luminum oritur. 45
Cometæ. Vid. *Planeta*.
Commiſceri, quæ poſſint corpora, quæ nequeant. 156. 162
Compoſitum lumen. 2
Compoſitus color. 2. qualem ſpeciem habeat. 56. *ſeq.*
Concretorum terreſtrium refractio, eadem quæ aeris, habito denſitatis reſpectu. 107.
Conditiones requiſitæ, ut ſuccedant experimenta de luce & coloribus. 25
Confinia lucis & umbræ non ſunt colorum cauſæ. 42. *ſeq.*
Confuſio viſus refracti oritur ex diverſa radiorum refrangibilitate. 25
Confuſus viſus, unde. 6
Conſpicilla Myopibus & ſenibus utilia. 6. tubulata cur imperfecta. 29
Converſiones corporum, aliarum in alia. 153. in quo conſiſtant. 163
Corona. Vid. *Halones*.
Corpora cujus vis coloris, in lumine homogeneo, ejuſdem cum illo coloris videntur. 45. & lumen in ſe mutuo converti queunt. 152. in lumine priſmatico, cujuſnam coloris videantur. 66. in lumine ſui coloris homogeneo clariſſima apparent. 65. intercipiunt & reſtringuunt radios quos nec reflectunt, nec tranſmittunt. 67. 103. madida fuſciora apparent. 97. magna calorem diutius ſervant. 139. omnia componuntur ex particulis duris. 159. omnia, vel dura ſunt vel dureſcere poſſunt. 56. *ibid.* quando lucem emittant. 137. 152. quare ſint colorata. 65. *ſeq.* rariora ſunt, quam vulgo putatur. 104. *ſeq.* reflectunt copioſius radios ſui coloris. 65. tenuiſſima, cur pellucida. 111. verſicolora. 67. 97. *ſeq.*
Corporum actio in Lumen. Vid. *Actio*.
Corporum aliorum in alia tranſmutationes. 152. & in quo conſiſtant. 163
Corporum naturalium colores, unde. 65. *ſeq.* 69. 94. *ſeq.* 97. 108. colores non prorſus homogenei. 9. 19. conſtitutio. 104. 161.
Corporum partes. Vid. *Partes*.
Corporum vis refractiva. Vid. *Vis refringens*.
Corpus coloratum, in lumine homogeneo. 45. 65. in lumine priſmatico. 66
Coruſcationes metallicæ. 154
Craſſitudines lamellarum diverſorum mediorum quæ eoſdem colores exhibent. 77.
Craſſitudo bullæ aqueæ, in locis ubi datum colorem exhibet, reflectendo vel tranſmittendo. 89. lamellæ aereæ datos colores exhibentis. 73. *ſeq.* 79. 87. lamellæ aqueæ datos colores exhibentis. 82. 87. lamellæ cujuſvis, cauſa eſt cur radios vel tranſmittat, vel reflectat. 103. lamellarum, quæ datos colores reflectunt vel tranſmittunt, determinatur. 85. *ſeq.* 87. liquoris pellucidi, ejus colorem mutat. 66. particularum corporum cauſa eſt colorum eorumdem. 97.
Cryſtalliſatio Salium ex attractione. 158
Cryſtallus de rupe geminam habet refractionem. 146
Cryſtallus Iſlandica deſcribitur. 145. ejus mira refringendi radios proprietas. 146. una poſt alteram quomodo radios refringat. 146. 147. *Hugenii* explicatio inſufficiens. 148. quomodo explicanda ejus gemina refractio. 152
Cubiculi tenebricoſi experimentum. 6

A a 2 *Cul-*

Digitized by Google

Cultri acies radios luminis inflectit. 131. *ſeq.*
Cupri partes partibus metallorum alborum majores. 100
Cupro albor quomodo concilietur. 100

D.

DEfectus viſus Myopum & ſenilis. 6.
Deliquium Salis tartari, unde. 153
Denſa corpora, fermenteſcendo in aerem rarefiunt. 152
Denſiſſima corpora maxime caleſiunt. 109.
Denſitas aeris, vi comprimenti proportionalis. 149. corporum major denſitate medii poros eorum permeante. 98. corporum plurium. 107. corporum vi eorum refringenti proportionalis. 105 mediorum quid faciat ad intervalla vicium facilioris reflexionis & tranſmiſſionis. 113. radiorum in foco ſuperficiei ſphæricæ. 35. reſiſtentia fluidorum fere proportionalis. 148
Denſum Fluidum ad phænomena naturæ explicanda inutile eſt. 149
Deum cognoſcere, philoſophiæ moralis fons eſt. 166. exiſtere, evincitur ex phenomenis naturæ. 150. 164
Deus ad arbitrium corpora fingere & movere valet. 165. nec corpus habet, nec organa. *ibid.* non eſt anima mundi. *ibid.* omni præſens. 151. 165
Diameter apparens fixarum per teleſcopium. 37
Diffiſſio radiorum non eſt cauſa inæqualis refractionis. 12. *ſeq.*
Dilatatio radiorum. Vid. *Diffiſſio*.
Dimenſiones annulorum coloratorum. 73. 75. 77. 79. 115. arcus cœleſtis. 66. umbræ & fimbriarum capillo. 128
Diſcordia colorum. 139
Diſruptio partium, quomodo fiat. 163
Diſſimilare lumen. 3
Diſſolutionis cauſa & modus. 154. celeritas caloris gradui reſpondere videtur. 155.
Diſſolutio Salium in aqua. 158. ſcobis ferreæ ab aqua forti vel ſpiritu Vitrioli cum calore conjuncta. 154. ſucceſſiva variorum metallorum ab aqua forti. 154.
Diſtantia focalis ejuſdem lentis, pro variis coloribus radiorum incidentium. 8. 19. 30. 31.
Diſtillatæ herbæ ante fermentandum, olea; poſt fermentationem, ſpiritus dant. 107.
Diſtincta eſt viſio refracta corporum in lumine homogeneo poſitorum. 26
Diſtinctus viſus, unde. 6
Dominis (Ant. de) primus arcum cœleſtem explicavit. 62
Dura corpora ex fluidis. 159. corpora poſt impactum non reſiliunt. 162. ſunt omnia corpora, vel dureſcere poſſunt. 158.
Durities ex attractione oritur. 159. *ſeq.* materiæ ſimplicis univerſæ proprietas. 159. 162.
Durum corpus, quale ſit. 161

E.

EBullitio aquæ in aere & vacuo. 140
Elaſtica corpora, quæ ſint. 161. reſiliunt poſt impactum, pro elaſticitatis gradu. 162
Elaſticitas aeris, unde. 144. 161. medii ætherei, maxima eſt. 144
Electrica corpora. 138
Electricitas ad exigua intervalla forſan ſine frictione extenditur. 152
Electricus vapor e globo vitreo affricto emiſſus. 138. ejus raritas. 144
Elliptica Halos, ejuſque cauſa. 125
Errores radiorum reflexorum majores erroribus refractorum. 39
Errores vitrorum objectivorum ex diverſa radiorum refrangibilitate præſertim oriuntur. 29. *ſeq.* 35. *ſeq.*
Errores vitrorum objectivorum ex figura eorum ſphærica minores quam ex diverſa radiorum refrangibilitate. 34. 37. quomodo corrigi poſſent. 37
Exhalationes æſtuoſæ. 154. ſulphuroſæ. *ibid.*
Experimenta de coloribus, ut ſuccedant, quænam requiruntur. 25
Experimentum cubiculi tenebricoſi. 5. quomodo deſcribendum. 9
Exploſio pulveris fulminantis. 139. 154. tormentarii. 139

F.

F.

FAſciæ coloratæ, in ſpeculo vitreo concavo-convexo viſæ. 116. *ſeq.*
Fermentatione corpora fixa & denſa in aerem rareſcunt. 152. 162. olea in ſpiritus convertuntur. 108
Fermentationis cauſa eſt principium actuoſum & ejus effectus nonnulli. 163
Ferrea ſcobs aqua forti aut ſpiritu vitrioli cum calore diſſolvitur. 154. depſata cum ſulphure incaleſcit. 154
Fibræ nervorum ſolidæ ſunt. 139. 143
Filum bicolor per priſma viſum, biſectum apparet. 17
Fimbriæ coloratæ in umbra vitri prope extremitates oblique ſecti. 129. ortæ ex inflexione radiorum, tranſeuntium prope acies cultri aut cultrorum. 131. tres, umbras corporum circumdantes, & harum colores. 128. videntur circa corpus per priſma viſum. 59. umbrarum ex quo intervallo videri incipiant. 129 umbrarum forma hyperbolica. 133. umbrarum in lumine homogeneo. 134. umbrarum oriuntur ex multiplici radiorum inflexione. 136
Fimbriarum coloratarum circa umbram capilli dimenſiones. 128. Colores quamobrem hoc ordine ſe excipiant. 135. & umbræ ratio eadem in omnibus diſtantiis a capillo. 129
Firmum corpus ex binorum liquidorum permixtione. 155
Fixa corpora, ad certum gradum calefacta lucent. 137. 152. in aerem fermentatione rareſcunt. 162
Fixæ. Vid. *Stellæ Fixæ*.
Fixis corporibus valde adhærent ſpiritus acidi. 155
Flamma & ejus colores. 139
Flavus & aureus color ſunt priſmaticorum fulgentiſſimi. 35
Flexibilitas diverſa radiorum diverſi coloris. 134. 135
Flores contuſi colorem mutant. 97
Fluida dureſcere poſſunt. 159
Fluiditas calore augetur. 149
Fluidorum reſiſtentia. Vid. *Reſiſtentia*.
Fluidum corpus, quale ſit. 161. denſum ad explicanda Naturæ phænomena inutile eſt. 149
Focalis diſtantia, diverſa pro radiorum incidentium diverſo colore. 8. *ſeq.* 18. *ſeq.* 29.
Focis datis, ſuperficies reflectentes aut refringentes invenire. 5
Focum reflexorum & refractorum radiorum invenire. 4. 5
Focus. 4. lentis, qualis magnitudinis. 30. 34. quam denſiores habeat radios verſus centrum quam verſus circumferentiam. 35. radiorum incidentium, reflexorum, refractorum. 4
Fontium fervidorum ratio. 154
Foramen rotundum, lucidum, per priſma oblongum & diſcolor videtur. 12
Formæ corporum mutabiles. 153
Fulmina. 154
Fulminantis pulveris exploſio. 138. 154
Fumum emittit in vacuo mixtura ſtanni & plumbi. 138
Fumus in flammam quomodo convertatur. 137
Fuſcus color albi ſpecies aut gradus. 55

G.

GEmmarum pelluciditas, unde. 99
Glandes in animalium corporibus ſuccos diverſos e ſanguine attrahunt. 160.
Globi duo, circa centrum commune gravitatis rotati, dum illud in directum movetur, motus quantitatem perpetuo variant. 162
Globus vitreus affrictus, electricus. 137.
Gravitas eſt principium actuoſum, & ejus effectus. 161. 163
Gravitate explicantur, reguntur, & conſervantur cœleſtium corporum motus. 149.
Gravitatis cauſa. 143. *ſeq.*
Grimaldi (Fr. Mar.) obſervatio de umbris corporum fimbriatis. 127. opinio de cauſa inæqualis radiorum refractionis. 12
Guericke (Otto de) machinæ pneumaticæ inventor. 102
Guſtus ſenſus unde. 157
Gutta olei aſcendit inter binas laminas vitreas angulum exiguum continentes. 160.
Guttarum rotunditas, unde. 161

H.

H.

Halleii (Edm.) experimentum de colore manus in fundo maris. 67
Halones minores circa Solem aut Lunam. 125
Halonum cauſa. 65
Halos elliptica circa Lunam. 125. ejus explicatio. *ibid.*
Harmonia colorum. 141
Hawksbeii (Franc.) experimentum de gutta olei inter binas laminas vitreas aſcendente. 161
Herbæ diſtillatæ, ante fermentandum, olea; poſt fermentationem, ſpiritus dant. 108.
Heterogeneos radios a ſe invicem ſeparare. 23. *ſeq.*
Heterogeneum lumen. 2
Heterogeneus color. 2
Homogeneum lumen. 2
Homogeneus color. 2
Hookii (Rob.) experimentum de binis liquoribus pellucidis, conjunctim opacis. 67. experimentum de duabus lamellis lapidis ſpecularis ad ſe mutuo appoſitis. 85
Hugenius (Chriſt.) cryſtallus Islandicam deſcripſit. 145. & explicare tentavit, ſed inſufficienter. 148. halonum & Pareliorum cauſam dedit. 65. invenit artem qua Teleſcopiis ſine tubis uti poſſumus. 38
Humidum corpus, quale ſit. 161
Hyperbolicæ fimbriæ. 135
Hypotheſes ex philoſophia experimentali rejiciendæ. 165. quæ luminis phænomena explicant per novas radiorum modificationes, aut quæ lumen in preſſu conſiſtere fingunt, ſunt errantes. 146. *ſeq.*
Hypotheſis ad explicandas radiorum vices alternas facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſionis. 110. 140. 142. 151.

I.

Igne & putredine corpora nigreſcunt. 101.
Ignem facilius concipiunt corpora ſulphuroſa. 138
Ignis calorem auget aer. 140
Ignis fatuus. 139
Ignis, in quo conſiſtat. *ibid.*
Ignita meteora. 154
Imagines priſmaticæ, binæ confuſe per Priſma viſæ, ſeparatæ apparent. 18. binæ ſeſe contingentes per tertium Priſma tranſverſim poſitum ſejunguntur. 15.
Imaginis Priſmaticæ colores, quale ſpatium occupent. 46. *ſeq.* explicatio. 14. latitudo proportionalis permixtionis radiorum. 23. longitudo, qualis, & ex quibus, pendeat. 11. longitudo receptis Optices regulis nequit explicari. 12. longitudo, ſitu priſmatis mutatur. 10
Imago chartæ bicoloris pone lentem. 8. *ſeq.* objecti depicta per radios reflexos aut refractos. 5. 7. objecti in fundo oculi ad cerebrum propagata viſus eſt cauſa. 6. objecti per lentem viſi eſt ad objectum ut diſtantia imaginis a lente eſt ad diſtantiam objecti. 7
Imago Priſmatica oblonga, colorata, radiis per Priſma trajectis depicta. 10. 12. 14. quomodo penumbra orbari queat. 14. quomodo tenuiſſima fieri poſſit. 24. rotunda videtur & alba, ſi per priſma inſpiciatur, ex legitima diſtantia. 52.
Imago puncti lucidi per Teleſcopium viſi, qualis magnitudinis videatur. 36. radiis per bina priſmata tranſverſim poſita trajectis depicta, oblonga & obliqua. 12. *ſeq.* 47.
Imbutus colore oculus, objecta videt colorata. 6
Impactus leges. 163. luminis in partes ſolidas corporum non eſt reflexionis cauſa. 102
Impreſſio ſucceſſiva ſed celerrima colorum omnium, albitudinis ſenſum excitat. 51. 54.
Incidens radius. Vid. *Radius.*
Incidentia. Vid. *Angulus.* *Sinus.*
Inductionis uſus in phyſica. 165
Inertia. Vid. *Vis inertiæ.*
Inflammabiles vapores. 154
Inflammabilia corpora. 139
Inflexio luminis prope corpora tranſeuntis. 127. *ſeq.* 130. *ſeq.* anguillarum more. 138. augetur admoto alio corpore. 133. major in minori diſtantia. 132. *ſeq.* multiplex fimbrias umbræ producit. 137. rubri, eadem ex majori inter ac viola-

lacei ex minori . 135. reflexio & refractio, ex eadem vi oriuntur. 138. reflexio & refractio, ex medii aere ſubtilioris actione. 142

Intervalla vicium alternarum facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſionis. Vid. *Vices alternæ*.

Intervallum ex quo corpora in lumen agunt. 133

Irides concentricæ per reflexionem ſpeculi vitrei concavo-convexi. Vid. *Annuli*.

Iris. Vid. *Arcus cæleſtis*.

Iſlandica cryſtallus. Vid. *Cryſtallus*.

L.

Lamella aerea inter bina priſmata maculam, & arcus coloratos exhibet. 71. *ſeq.* inter bina vitra, planum & convexum annulos coloratos exhibet. 72. *ſeq.* reflexis alio, alio tranſmiſſis radiis colore donata cernitur. 77. tenuiſſima pellucet. 76

Lamella aquea, annulos exhibet ſimiles ſed minores quam aerea ejuſdem craſſitudinis. 77. donatur alio colore, ſi tranſmiſſis, alio ſi reflexis radiis cernitur. 83

Lamellæ aereæ datos colores reflectentis aut tranſmittentis craſſitudo. 73. 79. 87. *ſeq.*

Lamellæ aqueæ datos colores exhibentis craſſitudo. 82. 87. *ſeq.*

Lamellæ craſſitudo in cauſa eſt, cur radios vel reflectat vel tranſmittat. 103

Lamellæ denſiores medio rariori terminatæ quales colores exhibeant. 79. *ſeq.* diverſorum mediorum eundem colorem exhibentes craſſitudines habent, ut ſinus qui metiuntur in refractiones ex iſtis mediis in aerem. 77. tenues per Priſma viſæ, ſub certo aſpectu coloratæ ſub alio decolores videntur, & quare. 92. tenuiſſimæ vim reflectentem amittunt. 111

Lamella lamellæ impoſita qualem colorem exhibeat. 89. tenuior, copioſius radios reflectit, niſi tranſmittat. 84. tenuis, colorem eundem, ſed debiliorem exhibet aucta medii ambientis denſitate. 83. tenuis, colores floridiores exhibet, ſi denſior ſit medio circundante, quam ſi rarior. 83. tenuis denſior, minus variat colores, mutato oculi poſitu, quam rarior. 82

Lamellarum coloratarum craſſitudo. 87. tenuium colores unde. 94. *ſeq.*

Laminæ vitreæ angulum exiguum formantes guttam olei attrahunt. 160

Laminarum craſſarum, pellucidarum & politarum colores. 114. *ſeq.*

Lapidis ſpecularis lamellæ binæ ſibi mutuo appoſitæ, quem colorem exhibeant. 90. lamella madida, eodem colore, ſed debiliori videtur. 83

Lapidum pelluciditas unde. 98

Latera diverſa radiorum luminis, diverſis qualitatibus prædita. 145. *ſeq.*

Latitudo imaginis priſmaticæ. Vid. *Imaginis priſmaticæ* latitudo.

Leges Motus, ex inertiæ vi. 163

Lens vitrea, qualis. 3. qualem depingat imaginem chartæ bicoloris. 8. *ſeq.* quomodo lumen refringat. 3

Lente vitrea objectum videtur in alio loco & alia magnitudine. 7

Lentis ejuſdem diſtantia focalis varia eſt, pro diverſis radiorum incidentium coloribus. 8. *ſeq.* 18. *ſeq.* focum invenire. 4. focus, qualem magnitudinem habeat. 30. 34. 35. focus, radios habet denſiores medium quam verſus circumferentiam. 35

Leucophæus color, albi ſpecies. 55. ex pulverum coloratorum permixtione. *ibid.*

Lignum Nephriticum. Vid. *Nephriticum lignum*.

Limites attractionis ſunt peranguſti. 153

Lintei, albor, cujuſnam ordinis. 98

Liquores pellucidi, bini, conjunctim opaci. 67

Liquoris pellucidi color cum craſſitudine illius variat. 66. rubri in vaſe conico colores. *ibid.*

Liquorum permixtione colores naſcuntur. 97.

Locus apparens objecti per reflexionem aut refractionem viſi. 6. per Priſma aut lentem viſi. 7

Longitudo imagnis priſmaticæ. Vid. *Imaginis priſmaticæ* longitudo.

Lucida corpora, qualia ſint. 137. 152

Lucis particulæ. Vid. *Particulæ* lucis.

Lumen candelæ priſmate refractum. 64. compoſitum, diſſimilare, heterogeneum. 2. cujuſvis coloris fortiſſime reflectitur

a

Digitized by Google

a corporibus albis. 54. & corpora in ſe mutuo converti poſſunt. 152
Lumen homogeneum, ſimilare ſimplex. 2. fortius reflectitur a corporibus ſui coloris. 65. reflexione & refractione colorem mutare nequit. 43. refringitur regulariter. 26. ſuum habet colorem immutabilem. 45. *ſeq.*
Lumen partibus conſtat. 1. per guttas pluviæ bis refractum, ubi fortiſſimum. 64. refractum album manet, ſi contrariis refractionibus corrigitur. 47
Lumen ſolis eſt ſubflavum. 60. ex radiis diverſe reflexibilibus conſtat. 20. *ſeq.* 22. ex radiis diverſe refrangibilibus conſtat. 9. *ſeq.* ſpacio temporis propagatur. 2. 109
Lumina quæ colore differunt, differunt refrangibilitatis gradu. 7. *ſeq.* 12. 15. 17. 20.
Lumine homogeneo colluſtrata objecta per priſma videntur diſtincte. 26
Luminibus coloratis permixtis, componere radium luminis albi. 68. *ſeq.*
Luminis actio in copora. Vid. *actio*.
Luminis compoſiti radios heterogeneos ſeparare. 23. emiſſio vim repellentem probat. 162. & umbræ confinia non ſunt cauſa colorum. 41. *ſeq.* heterogenei color, qualis. 48. impactus in partes ſolidas corporum non eſt reflexionis cauſa. 102. in lente & in priſmate refractio. 3. inter binos cultros tranſeuntis inflexiones. 131. *ſeq.* natura indagata. 109. propagatio non fit per preſſum. 148. *ſeq.* propagatio ſucceſſiva. 3. 109
Luminis radius. Vid. *Radius*.
Luminis ſolaris albor ex primariis omnibus coloribus componitur. 48. *ſeq.*
Luminis velocitas. 109. 143
Luna Atmoſphæra. 37
Luna Fixas tegit. *ibid.*

M.

Macula alba in medio annulorum per reflexionem ſpeculi vitrei concavo-convexi productorum. 114. 122. *ſeq.* lumine reflexo nigra, tranſmiſſo alba inter bina Priſmata aut vitra convexa. 71. inter bina Priſmata aut vitra, major videtur, cum oblique inſpicitur. 76. in ſummitate bullæ aquæ ſaponaceæ. 80
Maculæ mobiles in bulla aquæ ſaponaceæ. 80
Madida corpora fuſciora videntur. 98
Magneticorum effluviorum raritas. 144
Magnitudo objecti per lentem unam aut plures viſi. 7. partium corporum ex eorum coloribus conjici poteſt. 99. puncti lucidi per Teleſcopium viſi. 37
Manus color in fundo maris. 67
Marchaſitæ ex quibus conſtent. 156
Marinarum aquarum vortices. 154
Maris in fundo experimentum inſtitutum. 67
Marmorum politorum cohærentia difficilis ſed valida. 162. in vacuo. 159
Materia Animalium & plantarum ex aqua. 108
Medii aere ſubtilioris bullula. 77. exiſtentia. 142. *ſeq.* elaſticitas & effectus. *ibid.*
Mediorum denſitas quid faciat ad vices alternas facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. 112
Medium æthereum gravitatis cauſa. 142. *ſeq.* recedendo a corporibus denſius evadit. 142
Medium denſius refrangit radios verſus perpendiculum. 3
Mephites ſubterranea. 154
Mercurius dulcis. 157. ſublimatus. 156. *ſeq.* Vid. *argentum vivum*.
Metalla alba attritu nigreſcunt. 100. alia aliis diſſolutu faciliora. 155. fortiter adhærent menſtruis ſuis. 154. liquefacta nec fumum nec flammam emittunt. 139. ſoluta ſunt pellucida. 96. 100.
Metallicæ coruſcationes. 154
Metallici ſpeculi perpoliendi ratio. 38. politura difficilior quam vitrei. 39. reflexione plus luminis amittitur quam vitrei refractione. 38
Metallorum albor cujuſnam ordinis. 100. alborum partes minores flavorum partibus. 100. fuſorum colores. 84. 100. ſolutorum ſapores. 157
Meteora ignita. 154
Methodus. *Analytica*. *Synthetica*. Vid. *Analytica*. *Synthetica methodus*.
Microſcopiis, an cerni queant partes corporum ex quibus color eorum pendet. 102.
Microſcopiorum theoria. 7. vitra, quare co-

colorent objecta. 60
Mixtura colorum, qualem colorem exhibeat. 57. *ſeq.* plumbi & ſtanni fumum amittit in vacuo. 140
Molle corpus, quale ſit. 161
Mollia corpora poſt impactum non reſiliunt. 163
Montes ardentes. 154
Moralis Philoſophia Vid. *Philoſophia*.
Motus animalis, quomodo efficiatur. 144. cœleſtium corporum attractione gravitatis regitur. 150. 162. *ſeq.* corporum minorum regitur vi attrahente & repellente. 162. perpetuo imminuitur. 16. planetarum cæco fato non tribuendus. 164. undarum quaquaverſum ſe inflectit. 148
Motus acceleratio per ſpatium attractionis. 28. 105. generalia principia ex phœnomenis derivare eſt vere philoſophari. 164. leges ex vi inertiæ. *ibid.* productio & conſervatio principiis actuoſis indiget. 162. quantitas non ſemper eadem. 162. *ſeq.*
Motus terræ. 154
Mundi origo ex creatione. 164
Mundus non eſt corpus Dei. 165
Muſcæ, ſicco pede, aquæ inambulant. 162.
Mutationes corporum. 153. in quo conſiſtant. 163
Myopum viſus. 6

N.

Naturæ Leges variare potuit Deus. 165. opera ſecretiora, quid obeſt quin videamus. 101
Naturalis Philoſophia. Vid. *Philoſophia*.
Natura luminis indagata. 108. *ſeq.*
Natura rerum corporearum qualis. 163. 164. quare durabilis. 163. tandem deſiderabit manum emendatricem. 164
Natura ſibi conſentanea & conſimilis. 153. ſimplex. 162
Nephretici ligni infuſio radios flavos tranſmittit, cæruleos reflectit. 66. 68. 98
Nervi optici concurrunt in pleriſque animalibus. 141
Nervorum fibræ ſunt ſolidæ. 141. 144. obſtructio paralyſim inducit. 144. opacitas unde. 144
Nervus opticus quomodo a radiis luminis afficiatur. 141
Nigra corpora alia colore ſuo facile inficiunt. 101. facile caleſiunt & comburuntur. *ibid.* 138
Nigra efficiuntur corpora attritu, igne, & putredine. 101
Nigrorum corporum partes omnium minimæ. 100
Nigrum corpus albo circumdatum quomodo per Priſma videatur. 110
Nitrum Vid. *Sal nitri*.
Nutrimentum animalium & plantarum in eorum ſimilitudinem convertitur. 158

O.

Objecta lumine homogeneo colluſtrata, per Priſma diſtincte videntur. 26.
Objecti per reflexionem aut refractionem viſi, imago. 5. locus & ſitus apparens. 6. magnitudo apparens. 7
Objectum, cur binis oculis videatur unum. 141. rotundum, lucidum, per priſma videtur oblongum, diſcolor. 12
Obliquitas chartæ eidem lumini expoſitæ diverſa diverſos colores exhibet. 42. radiorum incidentium, quid faciat ad annulorum coloratorum magnitudinem. 75. 78. 81. 90. 122. radiorum incidentium, quid faciat ad intervalla vicium alternarum facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. 112
Oculi deſcriptio. 6. humores objecta colorata exhibere poſſunt. 60. poſitu mutato, mutantur quorumdam corporum colores. 67. 83. 97. poſitu mutato, minus variantur colores lamellæ denſioris, quam rarioris. 82. preſſu colores videntur. 59. 142
Oculis binis, cur objectum videatur ſimplex. 141
Oculus colore imbutus objecta videt colorata. 6
Officia noſtra, unde derivanda. 165
Olea fermentatione in ſpiritus convertuntur. 108. multa, affuſo ſpiritu nitri compoſito, in flammas crumpunt. 154
Oleum vitrioli. Vid. *Vitrioli Oleum*.
Opaca corpora, lumen tranſmittunt, ſi ſatis tenuia. 68. partes habent & poros non nimis parvos. 96. poris ſcatent. 96. quomodo pellucida evadant. *ibid.*
Opacitas corporum unde. 96. nervorum unde. 144

Opacum corpus ex binis pellucidis. 67
Optica mathematice tractari poteſt. 48
Opticæ compendium. 7
Opticus Nervus. Vid. *Nervus Opticus*.
Origo rerum corporearum. 164

P.

PAralyſim inducit Nervorum obſtructio. 144
Parheliorum rationem dedit *Hugenius*. 65
Partes animalium & plantarum ex quibus accreſcant & in quæ deſinant. 153. ex volatilibus & fixis, fluidis & ſolidis conſtant. 157. quomodo nutrimentum in ſuam ſimilitudinem convertant. 158
Partes corporum, ex quibus colores eorum pendent, cujuſnam ſint magnitudinis ex colore eorum conjici poteſt. 99. denſiores ſunt medio poros eorum permeante. 98. microſcopiis, an poſſint videri. 101. non debent eſſe nimis exiguæ, ut corpora ſint opaca & colorata. 97
Partes corporum minimæ ſunt pellucidæ. 96. nigrorum, omnium minimæ. 100. ſulphuroſæ ſunt præcipua cauſa vis refractivæ eorundem. 108
Partes luminis ſucceſſivæ & contemporaneæ. 1
Particulæ aeris & ætheris a ſe invicem recedere conantur. 143. corporum exiguæ viribus donantur, quibus agunt in ſe invicem. 153. *ſeq.* corporum omnium ſunt duræ. 159. 164. lucis, quæ in corporibus ſunt, vim eorum actuoſam producunt. 152
Particulæ primigeniæ corporum 164. *ſeq.* duræ. 159. 164. nequeunt dividi. 159. 165.
Particularum ex quibus corpora componuntur craſſitudo, cauſa eſt coloris eorundem. 97
Particula Salis chao ſimilis eſt. 158
Partium pelluciditas obeſt quin cernamus Naturæ ſecretiora opera. 102. tenuitas pelluciditatem facit. 97
Pellucent corpora opaca, ſi ſatis tenuia. 68.
Pellucida corpora, quomodo opaca evadant. 96. tenuia, colores varios exhibent. 69
Pellucida cur ſint corpora tenuiſſima. 111
Pellucidæ ſunt corporum partes minimæ. 96
Pellucidi liquores conjunctim opaci. 67
Pelluciditas variorum corporum, unde. 96.
Pellucidum corpus efficere, ut alium colorem reflectat, alium tranſmittat. 68. eodem colore cur videatur, lumine reflexo & tranſmiſſo. 68
Penumbra orbare imaginem priſmaticam. 14.
Permiſceri quæ poſſint corpora, quæ non. 156. 162.
Permixtio radiorum, proportionalis eſt latitudini imaginis priſmaticæ. 23
Permixti radii colorem ſuum ſervant. 50. 53.
Permixtis liquoribus, miri colores oriuntur. 97. pulveribus coloratis ſubalbidus color efficitur. 55. *ſeq.* radiis diverſis, radium album efficere. 68. *ſeq.*
Perpendiculum verſus fit refractio ex medio rariori in denſius. 3
Phantaſtici colores. 59
Philoſophandi vera methodus. 150. 164
Philoſophia moralis ethnicorum cur imperfecta. 166. nititur Dei cognitione. 166
Philoſophiæ naturalis officium & finis. 150. uſus in philoſophia morali. 166
Philoſophorum antiquiſſimorum principia. 150. recentiorum commenta. *ibid.*
Phoſphori varii. 139
Pigmenta quædam attritu colorem mutant. 97
Planetarum & Cometarum motibus non obſtat perexigua ætheris reſiſtentia. 144. 150. motus conſervantur, explicantur & reguntur per gravitatem. 150. 163. motus in fluido denſo cito ſiſterentur. 150.
Planetarum motus cœco fato tribui non poſſunt. 164
Plani reflectentis vel refringentis focum invenire. 4
Plantarum colores cujuſnam ordinis. 99
Plantarum & animalium materia ex aqua. 108.
Plantarum partes. Vid. *Partes*.
Plumarum diverſi colores pro diverſo oculi ſitu. 98
Plumbi & ſtanni mixtura fumum emittit in vacuo. 140
Polienda vitra & ſpecula metallica quomodo ſint. 38. 39
Politorum corporum irregularis reflexio. 114.

Digitized by Google

114. ſuperficies cur radios tam accurate reflectant. 104

Pondus aeris ebullitioni aquæ obſtaculo eſt. 140

Pori corporum opacorum & coloratorum non debent eſſe nimis anguſti. 96. vel vacui ſunt, vel medio diverſæ denſitatis replentur. 96

Præcipitatio ſtibii de butyro ejus per aquam ſimplicem. 156

Preſſu, lumen non propagatur. 148. oculi colores videntur. 60. 141

Primarius color. 2

Principia actuoſa, (gravitas, fermentationis & cohærentiæ cauſa) 163. ad motum producendum & conſervandum neceſſaria. 162. *ſeq.* exiſtunt & manifeſta ſunt. 164. latentem cauſam habent. *ibid.* quomodo conſideranda. *ibid.* ſine his, omnia torperent. 163

Principia Philoſophorum antiquiſſimorum. 150.

Principium paſſivum, vis inertiæ. 162

Priſma ex laminis vitreis confectum. 26. 41. *ſeq.*

Priſma vitreum. 6. annulos arcus & colores detegit ubi nullos oculus videt & quare. 84. 90. 91. 110. 114. in experimentis ſumendis, quale eſſe debeat. 13. quomodo radium refringat. 4

Priſmata ad ſe arctius compreſſa, maculam & arcus coloratos exhibent. 71. *ſeq.* bina. 46

Priſma in formam Parallelopipedi compacta, quomodo lumen reflectant & refringant. 20. *ſeq.* 43. bina tranſverſim poſita, qualem imaginem depingant. 12. *ſeq.* 27.

Priſmate charta bicolor, biſecta apparet. 7. 17. *ſeq.* filum bicolor biſectum apparet. 17. refractum lumen candelæ. 65. videtur objectum in alio loco. 6. videtur oblongum & diſcolor objectum rotundum lucidum. 12. videntur ſeparatæ binæ imagines priſmaticæ confuſæ. 17. viſum corpus, fimbriatum apparet. 60

Priſmaticus color. Vid. *Color.*

Priſmatis materia non cauſat diverſam radiorum refrangibilitatem. 10. phenomena explicantur. 59. *ſeq.* ſitu mutato, mutatur longitudo imaginis priſmaticę. 10. ſitus in experimentis convenientiſſimus. 9

Procellæ. 154

Propagatio luminis ſucceſſiva. 2. 109. 143. non fit per preſſum. 148. *ſeq.*

Pulſuum in mediis elaſticis velocitates. 143.

Pulveres ſicci ægre cohęrent. 162

Pulveribus coloratis permixtis, album efficitur ſubobſcurum. 55

Pulveris fulminantis & tormentarii exploſio. 139. 154

Puncti lucidi per teleſcopium viſi magnitudo. 36

Putredine corpora nigreſcunt. 101

Putredo, unde. 158

Q.

Q*Uæſtiones* præcipuæ in philoſophia naturali expediendæ. 150

Qualitates occultæ cur rejiciendæ. 164

R.

R*Adii* alii aliis facilius reflexibiles. 17. 22. alii aliis magis refrangibiles ratione conſtanti. 13. & *ſeq.* alii reflectuntur, alii tranſmittuntur a quibuſdam corporibus. 67. 98. diverſi generis quales habeant vices alternas facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. 113. diverſorum colorum permixti non agunt in ſe invicem. 50. 53. in compoſitione copioſiores prȩvalent & album tingunt ſuo colore. 50. 53. in medium quodvis incidentes, in eo vibrationes excitant. 141. luminis ſunt corpuſcula dura. 159. luminis ſunt corpuſcula e corporibus lucentibus emiſſa. 150. *ſeq.* magis refrangibiles ſunt magis reflexibiles. 19. 22. omnium colorum in foco lentis coacti alborem conſtituunt. 59. proprie loquendo non ſunt colorati. 45. qui colore differunt, differunt refrangibilitate. 12. *ſeq.* 16. 17. 20. qui refrangibilitate differunt, differunt flexibilitate. 136. reflexi vel refracti, quando depingant imaginem objecti. 5. reſtinguuntur, qui nec reflectuntur, nec tranſmittuntur. 117. 103. reſtinguuntur, qui ſolidas corporum in partes impingunt. 103. rubri, flavi, virides, &c. quales dicantur. 45. Solis diverſe refrangibiles. 9. *ſeq.*

Radiorum alii reflectuntur, alii tranſmit-

tuntur ſub eodem incidentiæ angulo. 102. colorificæ qualitates ſunt immutabiles & congenitæ. 58. 69. 93. denſitas in foco lentis. 35. diverſe coloratorum diverſi refrangibilitatis gradus. 45. *ſeq.* diverſi coloris diverſa reflexibilitas & refrangibilitas eſt congenita & immutabilis. 92. diverſitas in quo ſita ſit. 151. in Nervum Opticum actio, qualis. 139. luminis diverſa ſunt latera, diverſis qualitatibus prædita. 145. *ſeq.* 147. mira proprietas cryſtalli Islandicæ detecta. 145 permixtio in imagine priſmatica. 23. proprietates explicantur. 150. *ſeq.* proprietates plures forſan detegendæ reſtant. 145. reflexibilitas. 2. refrangibilitas. 1. reflexorum eædem ſunt vices alternę facilioris reflexionis & tranſmiſſus, ac incidentium & refractorum. 113. reflexorum & refractorum focum invenire. 4. refractio regularis non fortuita. 14

Radiorum vices alternę. Vid. *Vices*.

Radios heterogeneos a ſe invicem ſeparare. 22. *ſeq.* ſui coloris corpora fortius reflectunt. 65

Radius luminis. 1. albus factitius. 68. *ſeq.* compoſitus, qualem colorem habeat. 52. *ſeq.* incidens, fit refractus, ſi refractus fiat incidens. 3. in lente refractus. 4. in priſmate refractus. 4. per bina priſmata tranſverſim poſita refractus, imaginem depingit oblongam obliquam. 12. *ſeq.* per tria aut plura priſmata trajectus oſtenditur conſtare radiis diverſe refrangibilibus. 13. reflexus conſtat radiis diverſe refrangibilibus. 19. refractus, ſi fiat incidens, tum incidens fit refractus. 2. ſemel magis refractus, ſemper magis refringitur. 13. 16

Raritas aeris & aliorum corporum. 141. aeris, in variis a terra diſtantiis. 149. aeris in ſummitate athmoſphęrę. 144. ætheris. *ibid.* corporum major eſt quam putatur vulgo. 104. corporum quomodo explicanda. 104. effluviorum magneticorum. 144. electrici vaporis. 144

Reflexibilitas. 2. diverſa diverſorum radiorum. 19. 22. immutabilis & congenita. 93. major, minorve. 2. reſpondet radiorum coloribus. 93

Reflexio accurata ſuperficierum politarum. 103. fortior ex vitro in vacuum quam in aquam aut aerem. 102. fortiſſima, ubi vis refringens maxima. 95. 111. in priſmate arcum cęruleum exhibet. 60. irregularis corporum politorum. 113. luminis oritur ex inæquali denſitate medii ætherei. 143. luminis vim repellentem indicat. 161. nulla in confinibus mediorum æqualiter refringentium. 95. nulla in contactu duorum vitrorum. 102. refractio & inflexio ex una eademque vi proficiſcuntur. 105. 138. ſub diverſis obliquitatibus, diverſa. 102. totalis, ſub quo angulo incidentiæ incipiat. 95. 104

Reflexione metalli plures reſtinguuntur radii, quam refractione vitri. 38

Reflexiones laminarum pellucidarum & politarum. 113. *ſeq.*

Reflexionis Angulus, Sinus, Vid. *Angulus Sinus*.

Reflexionis cauſa, attractio. 150. *ſeq.* cauſa non eſt impactus luminis in partes ſolidas corporum. 102. errores majores quam refractionis. 39. focum invenire. 3. 4

Refractio aeris, & variorum corporum, qualis. 107. contraria refractione correcta, colores non producit. 46. e rariori medio in denſius, fit verſus perpendiculum. 3. ex aere in vitrum & in aquam, qualis. 3. 29. ex medio in aliud datur, datis refractionibus ex utroque in aliud. 47. in lente. 3. in priſmate. 4. luminis ex diverſa medii ætherii denſitate oritur. 142. *ſeq.* radiorum maxime & minime refrangibilium, qualis. 29. regularis luminis homogenei. 26

Refractionem inter & reflexionem analogia. 94. 111

Refractione vitri pauciores reſtinguuntur radii quam reflexione metalli. 37

Refractionis angulus, ſinus. Vid. *Angulus*. *Sinus*.

Refractionis cauſa attractio. 150. errores minores quam reflexionis. 38. focum invenire. 4

Refractiva vis. Vid. *Viſ. refringens*.

Refrangibilitas. 2. major minorve. *ibid.*

Refrangibilitas radiorum diverſi coloris diverſa. 9. *ſeq.* 12. *ſeq.* 16. 17. 20. 92. cauſa eſt confuſionis viſus refracti. 25. non oritur ex cauſis irregularibus. 92. qualis ea ſit. 29. 45. 47. quam cauſam habeat. 151. reſpondet coloribus. 94.

ici-

reſpondet diverſę flexibilitati radiorum. 137. Teleſcopiorum perfectioni magis nocet, quam ſphærica vitrorum figura. 34. 36
Refringens vis. Vid. *Vis refringens*.
Repellens vis. Vid. *Vis repellens*.
Reſiſtentia aeris in vacuo Boyleano fere nulla. 149. ætheris perexigua. 143. aquę calidæ non multo minor quam frigidę. 150. fluidorum, denſitati eorum fere proportionalis. 149. fluidorum multo major foret, ſi pori eorum materia ſubtili replerentur. 149. fluidorum, unde. 142. qualis foret, ſi plena forent omnia corporibus. 150
Roemerus (Olaus) ſucceſſivam luminis propagationem primus obſervavit. 109
Rotunditas guttarum fluidorum, unde. 161.
Rubigo, unde. 155. 157

S.

SAl Ammoniacus ex quibus componatur. 156. Stibium ſublimat. 156
Sal communis aquam in aere volitantem non attrahit. 154
Sales conſtant ex terra ſicca & acido aquoſo. 157. ex aqua & terra componuntur. 108. quare in aqua ſolubiles. 158. quomodo deſtruantur. *ibid.*
Salis alkali. Vid. *Alkali*.
Salis compoſitio. 158
Salis nitri ſpiritus compoſitus. Vid. *Spiritus Nitri*.
Salis partes fortius aquam attrahunt, quam ſemetipſas. 158. particula chao ſimilis. 158. pelluciditas, unde. 100
Salium cryſtalliſatio vim attrahentem indicat. 158. diſſolutio in aqua. 157. natura quare durabilis. 157. partes habent latera diverſis viribus prædita. 157
Sal nitri affuſus ſpiritui vitrioli, ebullitionem ciet. 154. aquam in aere volitantem non attrahit. 154
Sal tartari aquæ particulas attrahit, donec ſaturetur. 154
Sapor acidorum, & metallorum, ſolutorum unde. 157
Saporum cauſa, qualis. *ibid.*
Scintillatio fixarum. 40
Scobs ferrea. Vid. *Ferrea Scobs*.
Secretio ſuccorum variorum per glandes. 160.
Senibus conſpicilla cur utilia. 6
Senilis viſus defectus. *ibid.*
Senſationes quomodo efficiantur. 144
Senſorium animalium. 150. 165
Senſus auditus. 144. guſtus. 157. viſus. 144. diverſorum colorum. 140
Senſuum organa cur data ſint. 165
Separare a ſe invicem radios heterogeneos. 22
Series colorum in annulis coloratis. 71. 73. 80. 87.
Similare lumen. 2
Simplex color. 2. lumen. *ibid.*
Sinus incidentiæ, reflexionis, refractionis. 3. incidentiæ & refractionis ſunt in ratione data. 3. 27. *ſeq.* 101. incidentiæ & refractionis quam rationem inter ſe habeant in diverſis mediis. 47
Sinuum incidentiæ & refractionis ratio ex aere in aquam & ex aere in vitrum. 3. in diverſi coloris radiis. 47
Sinuum refractionis exceſſus ſupra ſinum incidentiæ ſunt in ratione data, cum lumen e diverſis mediis in unum rarius tranſit. 47
Situs apparens objecti reflectione aut refractione viſi. 6. priſmatis convenientiſſimus in experimentis. 9
Sol arcus coloratos exhibet per plumam aut teniam nigram viſus. 128
Solis atmoſphæra impedit quominus abeat in vapores. 140. calor, unde. *ibid.* lumen conſtat ex radiis diverſe reflexibilibus & refrangibilibus. 20. *ſeq.* 9. *ſeq.* lumen eſt ſubflavum. 60
Soni velocitas. 143
Sonus in aere, in corpore ſonoro, in ſenſorio, quid ſit. 46
Spatia cœleſtia omnis ſenſibilis reſiſtentiæ expertia. 148. 150
Speculi Metallici perpoliendi ratio. 3. 38. difficilior quam vitrei. 39
Speculi Metallici reflexione annuli nulli producuntur. 117
Speculi vitrei concavo-convexi phęnomena. 115.
Speculum vitreum melius metallico ad teleſcopium per reflexionem. 39
Sphæricæ Superficiei reflectentis vel refringentis focum invenire. 4
Sphærica vitrorum figura minus nocet teleſcopiorum perfectioni quam diverſa radiorum refrangibilitas. 34. 36
Spiritus acidi. Vid. *Acidi*.

Spiritus ex oleis fermentatis. 108. inflammabiles. 139
Spiritus Nitri compoſitus. 154. affuſus oleis quibuſdam aut Spiritui vini erumpit in flammas. 154
Spiritus vini cum oleo vitrioli diſtillatus. 157. cum ſpiritu urinę in corpus firmum coaleſcit. 156. diſtillando fit magis aquoſus. 108. ex aqua & oleo fermentatione conjunctis conſtat. *ibid.* per affuſum Spiritum Nitri compoſitum inflammatur. 154
Spiritus Vitrioli affuſus Sali vel Nitro, ebullit & coaleſcit. 154. attrahitur ab aqua, fortius a corpore fixo. 155. fortius attrahitur ab aqua, fortius a corpore fixo. 155. fortius attrahitur ab alkali fixo ſalis vel vitri, quam ſpiritus ſalis vel nitri. 154. ſcobem ferream cum calore diſſolvit. *ibid.*
Spiritus urinæ cum ſpiritu vini in corpus firmum coaleſcit. 156
Spongia aquam attrahit ſuctu. 161
Spumæ albor cujuſnam ordinis. 100
Spuma aquæ ſaponaceę eminus multicolor, cominus alba videtur. 55
Stanni & plumbi mixtura in vacuo fumos emittit. 140
Stellæ fixæ inſtar punctorum videntur. 37. per lunam teguntur. *ibid.*
Stellarum fixarum apparens per teleſcopium diameter. 37. conſtitutio. 140. ſcintillatio, unde. 41
Stibii butyrum. 157. ſublimatio. 156
Stibium pręcipitatur de butyro ſuo per aquam ſimplicem. 157
Subalbidus color, ex pulverum coloratorum permixtione. 155
Sublimatio mercurii, 156. 163. Sulphuris. 157.
Sulphura fortiſſime agunt in radios lucis. 108.
Sulphur contuſum, cum ſcobe ferrea depſatum incaleſcit. 154
Sulphuris compoſitio. 157. Oleum, *ibid.* Sublimatio. *ibid.*
Sulphuroſa corpora aliis majorem habent vim refringentem. 106. 108. Ignem facilius concipiunt. 138
Sulphuroſæ corporum partes, vis refractivæ eorum cauſa præcipua. 108. exhalationes. 155
Sulphuroſi vapores, quibus abundant viſcera terræ ſunt multorum phęnomenorum cauſæ. 155
Superficies corporum politorum, quomodo radios tam accurate reflectant. 103
Superficies ſphericæ reflectentes aut refringentes, ubinam focum habeant. 4
Superficies reflectentes aut refringentes invenire, ex focis datis. 4
Synthetica methodi uſus in phyſica. 165

T.

Tabula craſſitudinis aeris datos colores exhibentis ſub dato incidentiæ angulo. 76. craſſitudinis aquæ datos colores exhibentis, ſub dato angulo incidentiæ. 83. craſſitudinis lamellarum coloratarum. 89. denſitatis & virium refringentium plurium corporum. 117
Teleſcopia per refractionem non aliter perfici poſſunt, quam ſi longiora fiant. 36. ultra certos limites perfici nequeunt. 41.
Teleſcopii per reflexionem deſcriptio. 40. inventio. 36
Teleſcopio, quanta videatur magnitudo puncti lucidi. 36
Teleſcopiorum aperturæ & vires amplificandi. 36. imperfectionis cauſa. 7. *ſeq.* theoria. 29. vitra quare colorent objecta. 60. vitra quomodo polienda. 40
Terræ motus. 155. variæ formæ. 153. viſcera ſulphuroſis vaporibus abundant. 153.
Terram inter & aquam, acidum eſt loco medii. 158
Terreſtria concreta. Vid. *Concreta*.
Tenues lamellæ. Vid. *Lamellæ*.
Theoria microſcopiorum & teleſcopiorum. 7.
Tonitrua. 155
Tormentarii pulveris exploſio. 140
Tranſmutationes corporum aliorum in alia. 159. *ſeq.* quomodo fiant. 163
Tremor aeris. 40
Tubuli vitrei aquam ſuſtinent ſupra libellam. 161
Tubus cineribus plenus aquam attrahit. *ibid.*

V.

Vacuum, calori deferendo idoneum. 142. quod dicitur ſpatium, medio repletur. *ibid.* ingredientes radii, ex vitro

Digitized by Google

tro exeuntes, reflectuntur. 104
Vapores aere leviores. 162. inflammabiles. 155. ſulphuroſi in terræ viſceribus. *ibid.*
Vaporibus acidis aer abundat. 155
Vaporis electrici raritas. 144
Vaporum productio. 162
Varietas colorum oritur ex compoſitione luminis. 45
Velocitas Lucis & Soni. 143. motus vel corporis emergentis ex attractionis ſpatio. 28. 106
Velocitates pulſuum in mediis elaſticis. 143.
Ventorum turbines. 155
Vibrationes excitant in medio radii in illud incidentes. 142. excitatæ in nervo optico per radios lucis. 141. *ſeq.* diverſæ in nervo optico diverſos colorum ſenſus excitant. 141
Vices alternæ facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſionis radiorum. 102. 110. a quibus pendeant. 111. ad æqualia intervalla recurrunt. *ibid.* explicantur hypotheſi aliqua. 111. 143. 144. 151. earum effectus. 111. inſunt radiis cum primum e corpore lucido emittuntur. 111. natura ſua ſunt durabiles. *ibid.* qualia ſint earum intervalla ſub diverſis radiorum obliquitatibus. 112. qualia ſint earum intervalla pro radiorum diverſis ſpeciebus. *ibid.* qualia ſint earum intervalla, pro mediorum diverſitate. 112. qualia ſint earum intervalla in aere. *ibid.* qualia ſint in radiis reflexis. 113. non poſſunt explicari per hypotheſes quæ lumen in preſſu conſiſtere fingunt. 148. recurrunt ſaltem ad 34386. vices. 121. *ſeq.*
Violarum color, cujuſnam ordinis. 100
Virium, quibus exiguæ corporum particulæ agunt in ſe mutuo, veritas probatur. 153
Vis actuoſa. Vid. *Actuoſa vis.*
Viſcera terræ abundant acido ſpiritu ſulphuris vel vitrioli. 156. abundant & partibus ſulphuroſis. 155
Vis elaſtica. Vid. *Elaſticitas.*
Vis electrica. Vid. *Electricitas.*
Vis inertiæ eſt principium paſſivum. 162. legum motus principium. 164. magnam reſiſtentiæ partem efficit. 149. *ſeq.* particulis primigeniis competit. 159.
Vis reflectens & refringens eſt una eademque vis. 105
Vis reflectens corporum denſitati eorum proportionalis, exceptis ſulphuroſi. 105. ex ſulphureis eorum partibus præcipue oritur. 108. plurium corporum. 107. *ſeq.* quomodo æſtimanda. 105. *ſeq.* ubi maxima, ibi reflectio fortiſſima. 95. 142.
Vis repellens & attrahens regunt exiguorum corporum motus minores. 162. probatur variis argumentis. 161. *ſeq.*
Viſus cauſa & modus. 6. confuſio. *ibid.* diſtinctio. *ibid.* myopum defectus. 6. refracti confuſio, unde. 26. ſenilis defectus. 6
Viſus quomodo efficiatur. 144
Vitra bina, planum & convexum ſibi mutuo impoſita maculam & annulos coloratos exhibent. 73. *ſeq.* microſcopiorum & teleſcopiorum, quare colores exhibeant. 61. quædam alios radios reflectunt, alios tranſmittunt. 68. teleſcopiorum alterum alteri impoſitum ægre ſeſe contingunt. 162. teleſcopiorum quomodo polienda. 40
Vitrioli oleum aquam attrahit, donec ſaturetur. 154. *ſeq.* componitur ex partibus volatilibus & fixis. 157. cum aqua incaleſcit. 154. cum ſpiritu vini diſtillatum duos ſpiritus præbet. 157. diſtillando, ægre dimittit aquam. 154
Vitrioli partes fortius aquam attrahunt, quam ſemetipſas mutuo. 158
Vitrioli ſpiritus. Vid. *Spiritus vitrioli.*
Vitriolum. 157. aquam in aere volitantem non attrahit. 154. ex aqua & terra componitur. 108
Vitri pelluciditas, unde. 97. prope extremitatem oblique ſecti umbra eſt fimbriata. 128. refractio minus luminis intercipit, quam metalli reflectio. 39
Vitrorum attrahens vis. 159. *ſeq.* objectivorum errores. 30. *ſeq.*
Vitrum aquam attrahit, fortius quam cineres. 160. poliendo quid fiat. 104
Umbræ corporum exiguorum, lumine per foramen exiguum admiſſo, ſunt juſto latiores. 127. ſunt fimbriatæ. 127. 128.
Umbræ & lucis confinia non ſunt cauſa colorum. 42. *ſeq.*
Umbrarum & fimbriarum capilli dimenſio-

ſiones. 129. ratio eadem in diverſis a capillo diſtantiis. 130
Umbrarum fimbriæ. 127. 128. ex quo intervallo videri incipiant. 130. in homogeneo lumine. 135
Undarum motus quaquaverſum ſe inflectit. 148
Volatiles particulæ, quales. 162
Vortices aquarum in cœlum elati. 155
Vorticoſus motus tandem amittitur. 162

Z.

Zinetum fumum & flammam emittit. 139

I N-

INDEX
LECTIONUM OPTICARUM.

A.

Albedo naſcitur ex mixtione omnium colorum. 72. *ſeq.* 83
Animalium colores. 98
Anguli radiorum incidentium refractorum. 4. 22. 27. 105. *ſeq.*
Aquæ refractio. 19
Ariſtotelis definitio coloris. 62
Atmoſphæræ refractio. 83

B.

Barovv laudatus. 1. 28. 30. 37. 48. 54. Anteceſſor Nevvtoni in cathedra. 1
Boyle de Coloribus. 85

C.

Carthefius regulam refractionum invenit. 13. 15
quid obſervaverit in oculo. 105
explicat Iridem. *ibid.*
aliqua ex ejus Ellipſibus eſt curva determinans refractiones. 55
Cauſticas a refractione ortus determinare. 52. *ſeq.*
Color. Colorum Theoria Geometriam requirit. 63
Colorum ordo. 2. 62. Origo & natura. 61
Definitio Ariſtotelis. 62
Male explicantur a Philoſophis. 61
Qualitates ſunt ex Peripateticis. 64
naſcuntur ex contorſione globulorum juxta Carteſianos. 62
referendi ſunt ad variam radiorum refrangibilitatem. 64
ſequuntur proportionem Muſicam. 94
immutabiles ſunt primigenii. 67
ſecundarii quomodo naſcantur. 70. *ſeq.*
in Albedine non deſtruuntur. 74
Primitivi exhiberi poſſunt per compoſitionem colorum confinium. 84
Colorum Phenomena varia explicata. 88. *ſeq.*
Colores corporum naturalium derivantur ex genere radiorum quos maxime reflectunt. 84. *ſeq.*
Commenſurabilium rationes. 37
Conicarum Sectionum figura in vitris. 59
Coronæ explicatæ. 104
Coronæ circa candelas a Carthefio obſervatæ. 104
Curva quædam refractionum. 55
Curvarum ſuperficierum Refractio. 48

D.

De Dominis Antonius primus explicat Iridem. 108

E.

Ellipſis aliqua Cartheſiana inſervit determinandis refractionibus. 55
Epicurei naturam Colorum inquirunt. 61
Errores ortos ex refractionibus definire. 58.
Euclidis definitio rationum ſimilium. 37
Experimenta per priſma toto libro.
ad explorandos ſinus Refractionum. 15
In vitro quodam. 17
In aqua. 19
In Planis. 28
In Sphæricis. 51. 58
In Priſmatis parallelepipedis. 99. *ſeq.*
In miſcendis coloribus. 84
In oculo. 105

F.

Figura Lentium & Priſmatum. 7. 60
Figura curvæ refractivæ. 55
Focum radiorum in curva refractorum determinare. 50
Fluidorum refractio. 19

G.

Geometria neceſſaria ad explicandos colores. 63
Conjungenda cum Philoſophia. *ibid.*
Geographia. 63
Globulorum contortio varia efficit colores juxta Cartheſianos. 62

Digitized by Google

H.

Heterogeneorum radiorum affectiones. 26. 28. 47.
Homogeneorum. 46
Hookius. 56. 86

I.

Imaginis ſolaris latitudo. 5. *ſeq*. 92. *ſeq*.
Imago ſtellæ Veneris. 10
Inclinatio radiorum. 56
Infectorum Color. 98
Incommenſurabilia. 37
Iridis explicatio. 105. *ſeq*.

L.

Lentium figura. 7. 60. uſus. 87
Linearum quarumdam proportio. 24
Lux quid ſit. 61. *ſeq*.
Lucis Color. 83
Conſtat ex radiis heterogeniis. 2. 62. 83.
Lucis Phænomena in oculis. 95
In medio parallelis planis clauſo. 99
Per media ſphærica. 102
Lux in lucem non agit. 72

M.

Mathematicæ ſcientiæ. 63
Materia quo denſior eo major Refractio. 46
Meteora lucida explicata. 105
Mediorum contiguorum refractio. 18. 36
Heterogeneorum. 26. 38
Microſcopium in compoſito colore monſtrat componentes. 87
Microſcopiorum perfectio. 1. 59. 61. *ſeq*.
Muſicæ chordæ diviſio locum habet in coloribus. 94

N.

Nephritici ligni infuſio quid efficiat. 85.
Nigredo quid ſit. 73. *ſeq*.

O.

Objecta magis diſtincta apparent in luce ſimpliciore. 98
Quomodo exhibeant colores in varia diſtantia. 101
Oculi figura conſideranda in colorum conſpectu. 104. *ſeq*.
Opticæ perfectio unde. 2. 61
Optica ſcientia Mathematica. 63

P.

Perſpicillorum imperfectio. 1. 61
Peripatetici de Coloribus quid ſenſerint. 61
Philoſophiæ munus. 61
Planorum Refractiones. 28
Planetarum lux qualis. 83
Priſma quomodo ſtatuendum, & figura. 7
Craſſities non efficit variam refractionem. 12
Materia quo denſior, eo major refractio. 46
Effectus explicati. 88. 95. *ſeq*.
Priſmatum Triangularium & Parallelepipedorum diverſi effectus. 101
Pulverum diverſicolorum mixtio quomodo gignat novos colores. 73

Q.

Qualitas non hæret in qualitate. 62
Quantitates commenſurabiles & incommenſurabiles. 37

R.

Rationes ſimiles quantitatum commenſurabilium & incommenſurabilium. 37.
Radiis diverſe refrangibilibus diverſi competunt colores. 64
Radii diverſorum colorum. 2. 64
Radiorum incidentium & refractorum Theoria. 28. 35
Radii heterogenei. 26. *ſeq*. 47
Radiorum bis refractorum affectiones. 45.
Radiorum parallelorum ſphæram tranſeuntium effectus. 51. 106
Refrangibilitas radiorum lucis varia probata. 2. 11. 65
cauſa eſt variorum colorum. 64. *ſeq*.
ejus gradus. 92. *ſeq*.
Refractio in fluidis. 19
In Aqua. *ibid*.
In vitro. 23

Pla-

Planorum. 28
Mediorum contiguorum. 18
Superficierum curvarum. 48. ſeq.
In Radiis Homogeneis. 46
In Heterogeneis. 26. 28. 47
In radiis parallelis in ſphæram incidentibus. 51. 56. 102
Refractionum menſura. 13. ſeq.
lex a Carteſio detecta. 15
a Snellio primum. 13
earum ſinus. 4. 14. 22. 27
Diverſi generis collatæ. 14. 21
errores determinare. 58
Differentia. 39. 41. ſeq.
Refractiva vis alicujus ſolidi inveſtigata. 16.

S.

Sphæræ refractio in radiis parallelis incidentibus. 51. 56. 58
Sphærica figura quam apta in vitris opticis. 59
Sectionum conicarum figura utilis in vitris Teleſcopiorum & Microſcopiorum. 59
Sinuum Radiorum refractorum & incidentium proportio. 4. 22. 27
Similitudo Rationum. 37
Solis imago oblonga. 5. ſeq. 92. ſeq.
Solidi alicujus vis refractiva inveſtigata. 16.
Snellius primus ivenit Refractionis legem. 13.
Stellarum fixarum imagines oblongæ. 13
Superficies planæ quam vim habeant in refractionibus. 28
quam curvæ. 48

T.

Teleſcopiorum perfectio ſumma haberi non poteſt. 1. 60. 85
Ex Dioptrica & Catoptrica petenda. 2

V.

Veneris Stellæ imago. 10
Vitri refractio. 23
Vitrorum elaboratio. 1. 59
Vis Refractiva alicujus ſolidi. 16

INDEX APPENDICIS.

A.

Ætheris vibrationes utrum colores efficiant. 34
Albedo ex compoſitione omnium colorum. 8. 41. 49. 51
ex duobus coloribus effici non poteſt. 46. 49. *ſeq*
Anguli Reflexionum & refractionum. 5. 33. 62. 66. *ſeq.*
Anonymi Epiſtola contra Nevvtonum. 34. 48.
Aqua fortis. 65
Aquæ color. 44
Arcus cœleſtis. Vid. *Iridis* colores.

B.

Barrœi Epiſtola. 17

C.

Carthesii hypotheſis. 29. 31. 34
Carthesii Hyperbolæ & Ellipſes in vitris Teleſcopii. 34. 49
Caſſegrainius perficere vult Teleſcopium Nevvtonianum. 17. *ſeq.*
Colores utrum qualitates ſint. 9
utrum produeantur a vibrationibus ætheris. 35
varii pendent a variis gradibus refrangibilitatis Radiorum. 6. 51
ſimiles ſunt Tonis Muſicis. 39
Num poſſint explicari per undulationes. 28.
iidem pertinent ad eoſdem refrangibilitatis gradus. 7
Genera duo: primigenii & ſecundarii. 7
Primigenii immutabiles ſunt. 7. *ſeq.* 65
Eorum ordo. 7. 27. 38. 46. 50. *ſeq.*
Compoſitio varia. 42
obtinentur etiam per compoſitionem finitimorum. 8. 27
Colorum naturalium phœnomena. 9
Color *Albus*. 8. 27
conſtat ex omnibus aliis. 8. 41. 49. 51
Color ſpumæ. 44
Crucis experimentum. 5. 23. 25. 31. 44. *ſeq.* 69.

D.

Dygbæus Kenelmus. 54

E.

Experimentum primum habitum a Nevvtono de luce & coloribus. 3
Experimentum Crucis. 5. 23. 24. 32. 44. 53. 69. *ſeq.*
Experimenti rite inſtituendi ratio. 56
Experimenta contra refrangibilitatem. 55. *ſeq.* 63.
Experimenta Nevvtoni repetita a ſocietate Regia. 70
Ellipſis deſcriptio. 34

F.

Figura ſpectri colorati oblonga. 3. 34. 53. 62.
Figura vitrorum in Teleſcopiis. 5. 33. *ſeq.* 46.
Focus radiorum Refractorum. 33

G.

Gregorii Optica. 18
Grimaldi Hypotheſis. 29
Gaſcoinii Epiſtola. 53. *ſeq.*

H.

Hookius laudatus. 9. 28. 29. 65
Hugenius probat Teleſcopium Nevvtonianum. 13
Humor officit polituræ metallorum. 17
Hypotheſes amandandæ. 26. 29

I.

Imago colorata. Vide *Spectrum*.
Iridis colores unde. 8

L.

Lini Franciſci objecta in Nevvtonum. 53. *ſeq.*
Longitudo ſpectri. Vid. *Spectrum*.

Lu-

Lucas Antonius. ejus Epiſtola. 64
Lux quid ſit. 29. 50
conſtat ex radiis varie refrangibilibus. 5. 51. *ſeq.*
ejus color Albus. 8. 49. *ſeq.*
ejus affectiones tres. 50. *ſeq.*

M.

Metallorum poliendorum ratio. 6. 13. *ſeq.*
Eorum politura quomodo diu ſervari poſſit. 17
Microſcopium. per illud experimentum. 63

N.

Nubes utrum influant in ſpectri colorati imaginem. 53. 57. 68

O.

Obliquitas radiorum ſolarium. 4
Optica Practica. 33
Theorica. 34

P.

Parabolæ deſcriptio. 34
Pardies P. Ignatius. 21. 26. 66
Peripateticorum qualitates. 41
Peſtilentia in Anglia. 6
Priſma. 4. *ſeq.* 8. 31. 56

R.

Radii Lucis alii aliis magis refrangibiles. 5. 31. 51. 63
Experimenta contraria. 63
Diverſis coloribus præditi ſunt. 6. 38. 50.
In ſe viciſſim non agunt. 52
Primigenii non dividuntur niſi ſemel. 38.
Eorum Refrangibilitas impugnata. 21. *ſeq.* 32. 53.
Qua lege refrangantur. 26
Reſina ejus color & experimentum. 65
Reiveus artifex Teleſcopiorum. 19

S.

Serenitas aeris utrum neceſſaria ad experimenta lucis. 53. 68
Spectri colorati Figura. 3. 50. 53. *ſeq.* 66
cur diſtincta. 46
unde pendeat. 5. 30. 53. *ſeq.* 64
modus ejus obſervandi. 56. *ſeq.*
ejus ſimilitudo cum Muſica. 37
Speculorum in Teleſcopiis amplitudo. 18
Num concava utilia. 49
eorum figura. 5. 33. 46
Spumæ color. 44

T.

Teleſcopiorum perfectio non pendet à figura vitrorum. 5. 46
Teleſcopium Nevvtonianum. ejus inventio. 6. 64
Deſcriptio. 11
Cura adhibenda in eo perficiendo. 15. 52.
Probatur ab Hugenio. 13
Difficile per illud objecta reperire. *ibid.*
In eo Lentium proportio. 15
De eo Barcæi & Caſſegrainii judicium. 17.
Illud improbat Gallus quidam. 45
Tabula exhibens longitudines Teleſcopiorum, Hiatus, Diametros, Lentium &c. 16
Tabula Reflexionis & Refractionis Radiorum. 34
Tabula exhibens angulos Priſmatum &c. 64. *ſeq.*

V.

Vitri vis Refractiva. 4
Textura irregularis. 30
Figura in Teleſcopiis. 5. 46
Veneris radii & lux. 20
Vibrationes ætheris utrum colores efficiant. 35.
Undulationes utrum cauſæ colorum. 28

FINIS.

Digitized by Google

NOI RIFORMATORI
Dello Studio di Padova.

AVendo veduto per la Fede di Reviſione, ed Approvazione del P. F. Paolo Tomaſo Manuelli Inquiſitor Generale del Santo Offizio di Venezia nel Libro intitolato: *Opticæ ſive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus, & coloribus Lucis Libri tres Auctore Iſaaco Newtono: accedunt Lectiones Opticæ ejuſdem Auctoris cum Appendice &c.* non v' eſſer coſa alcuna contro la Santa Fede Cattolica; e parimente per atteſtato del Segretario Noſtro, niente contro Principi, e buoni coſtumi, concediamo Licenza a Giovanni Manfrè Stampatore di Venezia, che poſſa eſſere ſtampato, oſſervando gli ordini in materia di Stampe, e preſentando le ſolite copie alle Pubbliche Librerie di Venezia, e di Padova.

Dat. li 8. Dicembre 1747.

(
(*Barbon Moroſini Cav. Proc. Rif.*
(*Marco Foſcarini Cav. Proc. Rif.*

Regiſtrato in Libro a Carte 14. al Num. 108.

Michel Angelo Marino Segr.

Reg. al Mag. Eccel. contra la Beſtemmia.

Franceſco Gadaldini Segr.

A V-

A V V I S O

AI LEGATORI DEL LIBRO.

AVvertano che vi ſono 42 *Tavole*, le quali non devono tutte eſſer poſte in fine del Libro; ma ſi hanno a diſtribuire in tre luoghi così:

Dodeci dopo l'Ottica, e ſon quelle ſegnate *lib. Part. Tab.* coi numeri.

Ventotto al fine delle Lezioni Ottiche, e queſte ſon ſegnate coi ſoli numeri di eſſe Tavole.

Le due reſtanti dopo l'Appendice.

A D B I B L I O P E G O S.

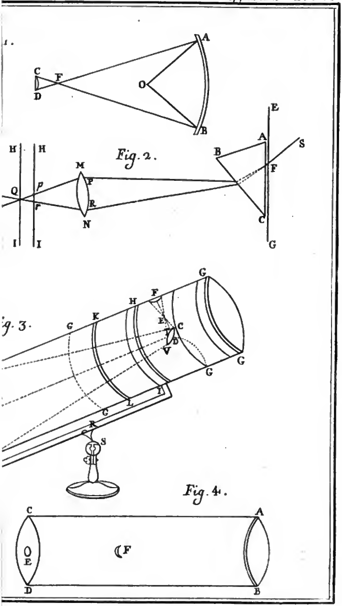
ANimadvertant, *Tabulas* XXXXII. hujus libri non omnes ad Calcem ponendas eſſe, ſed dividendas ita ut

Duodecim ponantur ad finem *Optices*; ſunt autem illæ quæ habent in Fronte *Lib. Par. Tab.* cum numeris.

Viginti octo, quæ numeros tantum Tabularum referunt, poſt *Lectiones Opticas*.

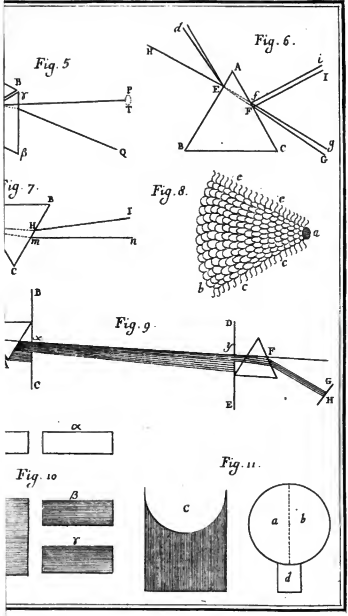
Duæ reliquæ poſt *Appendicem*.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google


Fig. 5
B
γ
P
T
β
Q
Fig. 6.
d
H
A
i
I
E
f
F
B
C
g
G
Fig. 7.
B
I
H
m
n
C
Fig. 8.
e
e
a
c
b
c
B
Fig. 9.
D
x
y
F
C
G
H
E
α
Fig. 10
β
γ
Fig. 11.
C
a
b
d

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google